

Wertung
palliativ-chirurgischer Maßnahmen
bei arteriellen Durchblutungsstörungen

von

Michael Pohl

aus Blasdorf

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen
Direktor: Prof. Dr. med. G. H e g e m a n n

WERTUNG PALLIATIV-CHIRURGISCHER MASSNAHMEN BEI
ARTERIELLEN DURCHBLUTUNGSSTÖRUNGEN

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen

Vorgelegt von
Michael P o h l
aus Blasdorf

372/
161

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen.

Dekan: Prof. Dr. F. H e i m
Referent: Prof. Dr. G. H e g e m a n n
Tag der mündlichen Prüfung: 18.3.1960

Inhaltsübersicht

	Seite
I. Einleitung	1
II. Anatomisch-physiologische Grundlagen der Eingriffe am sympathischen Nervensystem bei arteriellen Durchblutungsstörungen	1
A. Zur Frage der Beteiligung des sympathischen Nervensystems an der Entstehung arterieller Gefäßkrankheiten	3
B. Arterielle Gefäßerkrankungen und ihre Eignung für die Palliativchirurgie	9
C. Präoperative Testmethoden und ihre Unsicherheitsfaktoren	17
III. Ergebnisse der palliativ-chirurgischen Maßnahmen	22
A. Eingriffe am Gefäßrohr	22
1. Ergebnisse der Endarteriektomie	22
2. Ergebnisse der Arterienresektion	24
B. Eingriffe am Gefäßnervensystem	31
1. Ergebnisse der periarteriellen Sympathektomie	31
2. Die Sympathektomiebehandlung des M. Raynaud und des traumatischen Arteriospasmus	33
3. Die Sympathektomiebehandlung der Endangiitis obliterans	40
4. Die Sympathektomiebehandlung der Arteriosklerose und ihrer diabetischen Form	47
5. Die Sympathektomiebehandlung verschiedenartiger arterieller Gefäßschäden	57
6. Der Einfluß der Sympathektomie auf die Symptome peripherer arterieller Durchblutungsstörungen	59
7. Die Ergebnisse operativer Eingriffe am Sympathikus und endokrinen Organen bei peripheren Durchblutungsstörungen	63

	Seite
IV. Postoperative Komplikationen nach Eingriffen am sympathischen Nervensystem	66
1. Abnorme Reaktionen an den arterio- venösen Anastomosen	66
2. Die paradoxe Gangrän	67
3. Neuralgien und Sensibilitätsstörungen nach lumbalen Sympathektomien	70
4. Störungen von Muskeltrophik und Tonus	72
5. Schädigung der Sexualfunktionen nach lumbalen Grenzstrangresektionen	73
6. Auswirkungen auf die Nebennieren	76
7. Todesfälle durch Eingriffe am Sympathikus	77
V. Ursachen von Mißerfolgen der Sympathikuschirurgie bei arteriellen peripheren Durchblutungs- schäden	78
1. Zur Frage der vollständigen Denervierung	78
2. Das Problem der Regeneration sympathi- scher Nervelemente	83
3. Zur Frage der Adrenalinüberempfindlich- keit der Gefäße nach postganglionärer Sympathektomie	86
4. Die Automatie des nervösen Terminal- retikulums	88
5. Periphere Reizquellen für die Rezidiv- entstehung	90
6. Rezidive durch nervöse Reizzustände in höheren Zentren	91
VI. Zusammenfassung	93
VII. Literaturverzeichnis	95



I. Einleitung

Die vorliegende Arbeit soll an Hand von Veröffentlichungen im deutschen und ausländischen Schrifttum Methoden der palliativ-chirurgischen Therapie peripher arterieller Durchblutungsstörungen kritisch betrachten, die Leistungsfähigkeit dieser Methoden vergleichend werten und dabei die anatomisch physiologischen Grundlagen der Palliativchirurgie sowie die Ursachen ihrer Fehlschläge untersuchen.

II. Anatomisch-physiologische Grundlagen der Eingriffe

am sympathischen Nervensystem bei arteriellen Durchblutungsstörungen.

Das Hauptziel aller chirurgischen Eingriffe am autonomen Nervensystem bei funktionell und organisch bedingten arteriellen Durchblutungsstörungen liegt in der Beseitigung vasospastischer Impulse zu den Gefäßen, der Eröffnung spastisch gedrosselter Kollateralen und der Rekanalisierung des eingeengten peripheren Stromgebietes. Die Ausschaltung sympathischer Gefäßnerven kann dabei die Gewebsischämie vermindern und anoxämische Schmerzen beseitigen.

Die Stellung des vegetativen Nervensystems im Gesamtorganismus ist durch das Forderung nach harmonischer Regulierung komplexer Organfunktionen gekennzeichnet. Diese vom Zentralnervensystem in hohem Maße unabhängige Leistung des autonomen Nervensystems dient der optimalen Verarbeitung endogener und exogener Noxen, die den Organismus ständig aus dem Zustand rationeller und harmonischer Wirkungsweise spezifisch arbeitender Organsysteme zu verdrängen suchen. Dieser Schutzmechanismus wird vom sympathischen, parasympathischen und intramuralen Nervensystem gebildet, unterliegt der Steuerung

durch die zentralen Kerngebiete und garantiert im gesunden Funktionszustand die Aufrechterhaltung der Körperhomöostase.

Ist die harmonische vegetative Innervation auf Grund eines Reizzustandes in der Peripherie gestört, so resultieren von den sympathischen Zentren ausgehende ungeordnete, überschießende Reaktionen. Solche Reizquellen können u.a. erkrankte Gefäße bilden. Jede Gefäßerkrankung wird nun von seiten des Sympathikus im Sinne einer Vasokonstriktion kompliziert und eine schon bestehende Gewebsischämie zusätzlich gefördert. Das Ziel eines Eingriffes am sympathischen Nervensystem besteht nun darin, mit der Entfernung der entsprechenden nervalen Anteile eine Vasodilatation der abhängigen Gefäßpartien zu erreichen.

Topographisch-anatomisch nimmt der Sympathikus seinen Ursprung aus dem Tractus intermediolateralis des Rückenmarks vom 8. Cervicalsegment bis zum 3. Lumbalsegment. Von dort verlaufen die sympathischen Fasern über die vorderen z.T. auch über die hinteren Wurzeln der Spinalnerven und ziehen als markhaltige Fasern über die Rami com. alb. zu den Grenzstrangganglien. Hier erfolgt für einen Teil der Fasern eine Umschaltung in marklose Fasern, die über mehrere Grenzstrangganglien oder aber direkt zu den prävertebralen Organganglien verlaufen. Andererseits ziehen vom Grenzstrang marklose Fasern über die Rami com. gris. zu den Spinalnerven und mit ihnen zu den Gefäßen des Rumpfes und der Extremitäten. In der Peripherie teilen sie sich netzartig auf, verflechten sich untereinander und bilden schließlich mit dem Parasympathikus ein gemeinsames Faserwerk, welches sich morphologisch nicht mehr trennen läßt. S t ö h r (116), S u n d e r - P l a s s m a n n (118).

Der Grenzstrang bildet mit seinen 22 - 24 Ganglien, mit der Formatio reticularis des Rückenmarks und der Peripherie ein einheitliches System, jedoch bestehen bereits im grob anatomischen Bereich der Faserverlaufsformen beträchtliche von der Norm abweichende Varianten.

Die obere Extremität bezieht ihre vasomotorischen Fasern aus den Grenzstrangganglien C_5 - Th_2 (F ö r s t e r , 26). Mit der Resektion dieser Ganglien wird der Arm jedoch des sympathischen Einflusses nicht völlig beraubt, worauf weiter unten näher eingegangen wird.

Um den sympathischen Einfluß auf die untere Extremität restlos auszuschalten, müßten L_1 - L_5 sowie S_1 - S_3 völlig ausgerottet werden (F ö r s t e r , 26), was jedoch in der Praxis nicht ausgeführt werden kann.

Grundsätzlich wird bei allen Eingriffen am Sympathikus versucht, den nervösen Reflexbogen an irgend einer Stelle wirksam und dauerhaft zu unterbrechen. Dies geschieht in Form der prä- und postganglionären bzw. der periarteriellen Sympathektomie. Die praktischen Resultate der einzelnen operativen Methoden sind Ausdruck der Vollständigkeit derartiger Versuche.

A. Zur Frage der Beteiligung des sympathischen Nervensystems an der Entstehung arterieller Gefäßkrankheiten.

Die Therapie der chronischen arteriellen Gefäßkrankungen durch Eingriffe am Sympathikus ist vorwiegend symptomatischer Art. Bemühungen um kausale Maßnahmen führten durch B l o c k (9), S u n d e r - P l a s s m a n n (119), G r i n s t e j n und Mitarb. (37), sowie durch S t ö h r (zit. 127) zur Aufhellung von Wechselbeziehungen krankhafter Ganglienzellveränderungen und konsekutiver Gefäßkrankungen.

So machen B l o c k (9), S u n d e r - P l a s s m a n n (119) sowie G r i n s t e j n und Mitarb. (37) für die Endangiitis obliterans, den Morbus Raynaud und andere Durchblutungsschäden degenerative Veränderungen der Grenzstrangganglien verantwortlich, und S u n d e r - P l a s s m a n n (119) weist darauf hin, daß solche krankhaften Ver-

änderungen eines "vorgeschalteten Reflexzentrums nicht ohne Einfluß auf die abhängigen Gewebspartien bleiben können". Durchblutungsstörungen werden demnach als Folgen strukturell veränderter vegetativer Zentren aufgefaßt mit einer im Anfang der Gefäßerkrankung stehenden zentralen Dysregulation. Nach B l o c k (9) wird durch entzündlich wie degenerativ alterierte Ganglien eine zusätzliche Reizung und damit ein gesteigerter Sympathikotonus ausgelöst. So erklärt sich ein bis zum Organtod führender Gefäßkrampf.

Ganglienzellveränderungen können durch periphere Gewebeschädigungen, z.B. Kälteeinwirkung und andere Noxen, eingeleitet werden. Von übergeordneten Ganglien kann die Entzündung auf dem Wege über die Ranvier'schen Schnürringe, von degenerativen Veränderungen im Sinne einer allergisch hyperergischen Reaktion gefolgt, im Schwann'schen Leitplasmodium ins präterminale und terminale Neurosyncytium gelangen.

Endogene und exogene Noxen (durchgemachte Infekte, Nikotin, Kälte, Nässe) spielen in der Ätiologie der Entzündungsvorgänge eine wichtige Rolle, und bei einem vegetativ stigmatisierten Organismus ist nach S u n d e r - P l a s s m a n n (119) kausalgenetisch eine "pathergische Reaktionslage" des Körpers für Gefäßprozesse mit Generalisierungstendenz gegeben. Eine Noxe soll an den sogenannten "neurohormonalen Zellen" im neurovegetativen Syncytium der Gefäßwand angreifen. Demnach bestünde eine Angriffsmöglichkeit für Noxen einmal in den nh-Zellen, worauf eine Reaktion erfolgt, die zur Entartung der Gefäßwand führen kann, zum andern aber auch in der Ganglienzelle selbst, wo die zerfallende Zellsubstanz die nh-Zellen aufs neue alteriert und schließlich mit einer zunehmenden Gefäßwandschädigung ein organischer Gefäßschaden manifest würde. S u n d e r - P l a s s m a n n hält sogar eine Auswirkung von Noxen, die von der Gefäßwand ausgehen, auf den Grenzstrang, den Vorderseitenstrang und auf Kerngebiete hypothalamischer Zentren für möglich. Auch eine primäre Schädigung dieser Gebiete wird diskutiert. Gleichgültig wie der Mechanismus der Irritation des Vegetativums zustande

kam, resultiert das klinische Bild der Organschädigung. Diese kann vielfältig sein. Nach S u n d e r - P l a s s m a n n (119) soll ein schwer pathologisch verändertes Ganglion stellatum sowohl das Krankheitsbild einer Endangiitis obliterans als auch eines Asthmas erzeugen können. V o s s - s c h u l t e (127) wendet dagegen aber ein, daß die Entfernung des erkrankten Ganglions in diesen Fällen oft keine Heilung herbeiführt. Auch wenn man das Befallensein der peripheren Nerven Elemente selbst noch als Stütze der Theorie von der primären Bedeutung des Sympathikus in der Ätiologie der Gefäßkrankheiten verwenden will, bleiben diese Deutungsversuche unbefriedigend.

M a n d l (77) untersuchte 100 Fälle arterieller Durchblutungsstörungen auf pathologische Veränderungen der Ganglienzellen hin, konnte aber nur in einem Falle ein grob morphologisch verändertes Ganglion nachweisen. Seine Befunde werden von H a y e k , L a n g und S c h a u t z (zit. 77) gestützt, die der Sympathikuschirurgie nicht die Rolle einer kausalen Therapie bei arteriellen Gefäßschäden zubilligen. Die Auffassung, daß Gangliendegeneration eine kausale Bedeutung für eine konsekutive vasomotorische Neurose habe, erfuhr durch H e r z o g (45) ihre schärfste Ablehnung. Er konnte weder beim M. Raynaud noch beim Asthma bronchiale spezifische Veränderungen der exstirpierten Ganglien nachweisen. Ebenso unauffällig blieben die Befunde bei der histologischen Untersuchung von Ganglien anderer vasomotorischer Neurosen, wie der Sklerodermie, dem Quinckeschen Oedem, der Kausalgie sowie der Thromangiitis obliterans. H e r z o g fand auch bei als normal zu bezeichnenden Individuen Reizformen und Degenerationerscheinungen der Ganglienzellen. Die Präparate von S u n d e r - P l a s s m a n n bezeichnet H e r z o g als durch die Technik bedingte Artefacte.

G r i n s t e j n und Mitarb. (37) räumen der Hirnrinde in der Pathogenese der Durchblutungsstörungen einen maßgeblichen Platz ein. 102 Patienten mit arteriellen Gefäß-

schäden wiesen fast sämtlich EEG-Veränderungen, ferner Störungen im Bereich des N. opticus und des Vestibularapparates auf, was in diesen Fällen generalisierte Gefäßkrankheiten wahrscheinlich macht. Untersuchungen ihrer nervalen Leistungen ergaben Hypaesthesie, Störungen des Neuromuskularapparates im Zusammenhang mit Chronaxieveränderungen sowie Hyperpathie. Normalisierung der EEG-Veränderungen nach vorgenommener Sympathektomie halten diese Autoren für einen Hinweis auf eine reversible Großhirnbeteiligung bei der Ausbildung solcher Störungen. In diesem Zusammenhang sind folgende Beobachtungen bemerkenswert. L i n d q u i s t (70) beschreibt das Auftreten eines atypischen M. Raynaud bei einem 17-jährigen Patienten zwei Wochen nach einem gedeckten Schädeltrauma. Das Wesen der Störung wird als Läsion hypothalamischer Zentren der Temperaturregulation betrachtet. P e e t und K a h n (zit. 8) teilen einen Fall von M. Raynaud bei einem Hypothalamustumor mit. Die ätiologische Beteiligung hoher vegetativer Zentren bei der Raynaud'schen Erkrankung wird ferner durch eine Mitteilung von H ä m ä l l a i n e n (zit. 8) wahrscheinlich, wonach im Gefolge einer Hirncontusion ausgeprägte Akrocyanose auftreten kann. Nach A d s o n (1) liegt dem Entstehungsmodus des M. Raynaud eine gesteigerte Reizbarkeit der cerebrospinalen vasomotorischen Zentren zugrunde. Sie erklärt auch das symmetrische Auftreten der Symptome.

Die Raynaud'sche Erkrankung trifft meist jüngere Individuen mit übererregbarer nervöser Konstitution. Sie beginnt nach W h i t e (133) als reine vasomotorische Neurose, gefolgt von einer zirkulatorischen Stase mit sekundären Veränderungen innerhalb der Fingerarteriolen. Diese sind gekennzeichnet durch das lokale Bild anfallsweise auftretender Arteriolospasmen der Extremitäten. Neben der schmerzhaften cyanotischen Verfärbung der Finger besteht bei Raynaud-attacken deutliche Hyperhidrose, die auch durch starke Emotionen provoziert und als Beweis für das Bestehen einer das ganze sympathische Nervensystem betreffenden Übererre-

gung betrachtet werden kann. Nach der Theorie von L e w i s (69) hingegen rührt die schlechte Durchblutung beim M. Raynaud nicht von einem excessiven vasokonstriktorischen Tonus her, sondern von einer abnormalen Reaktionsweise der Arteriolenwand auf Kälte selbst. Der Einfluß vasomotorischer Nerven auf den Gefäßtonus unterscheidet sich dabei nicht von dem eines gesunden Organismus und bildet auch nicht das eigentliche pathologische Element des Gefäßkrampfes. Dieses ist vielmehr in einen "local fault" in der Gefäßwand selbst verankert. (L e w i s (69), K e r r , S c o t t und G a s k (zit. 77) sowie V o ß s c h u l t e (127).) Die Beseitigung der spastischen Komponente durch eine Sympathektomie kann deshalb eine partielle Asphyxie der Finger auch nicht verhindern. Die Ergebnisse der Sympathikuschirurgie in der Behandlung des M. Raynaud sprechen im Sinne dieser Auffassung.

S u n d e r - P l a s s m a n n , H i l l e n - b r ä n d und S c h ü r h o l z (120) weisen auf endokrine Faktoren im Entstehungsmodus des M. Raynaud hin. Die Tatsache, daß vorwiegend Frauen von diesem Leiden befallen werden, weist auf einen geschlechtsgebundenen hormonellen Faktor in der Ätiologie hin, auf dessen Einwirken das vegetative Nervensystem antwortet mit erhöhtem vasokonstriktorischem Tonus. Entsprechende Untersuchungsergebnisse an 25 Patientinnen mit endokrinen Abweichungen (Durchschnittsalter 37,6 Jahre) machen eine derartige hormonelle Beteiligung beim M. Raynaud wahrscheinlich. In keinem dieser Fälle war eine Erhöhung der Kälteagglutinine im Blutserum nachweisbar.

Für die Pathogenese des M. Raynaud lassen sich zusammenfassend zwei Wirkungsmechanismen nennen:

- 1.) Eine auf die Arteriolenwand selbst lokalisierte pathologische Reaktionsweise auf Kälte.
- 2.) Eine vom vegetativen Nervensystem ausgehende vasokonstriktorische Tonuserhöhung, die sowohl zentral durch Traumen als auch durch Intoxikationen und hormonelle Einflüsse ausgelöst werden kann.

In der Pathogenese der generalisierten Gefäßprozesse,

der Endangiitis obliterans und der Arteriosklerose spielen nach v. O p p e l (zit. 63), L e r i c h e und F o n - t a i n e (65, 64) eine Hyperadrenalinämie sowie Hyper- und Dysfunktion endokriner Drüsen, der Gonaden und Epithelkörperchen eine maßgebliche Rolle. Experimentell sicher konnte die Theorie von der Hyperadrenalinämie bisher nicht gestützt werden, und die von v. O p p e l empfohlene, von L e r i c h e und F o n t a i n e (64) und anderen durchgeführte Nebennierenexstirpation und Splanchnicotomie zur Dämpfung der Nebennierentätigkeit werden bis heute ausgeübt, während die Eingriffe an den Epithelkörperchen und der Schilddrüse verlassen worden sind.

Im Beginn von Arteriosklerose wie Endangiitis obliterans steht nach O t t o (86), C a r r a t ù und C e c e r e (14) eine Ernährungsstörung der Gefäßwand auf Grund einer Permeabilitätsveränderung und den damit ausgelösten reaktiven Vorgängen. Der Einfluß der Nebennieren wurde in einer Versuchsreihe am Kaninchen von C a r r a t ù und C e c e r e (14) beobachtet. Nach homöoplastischen Nebennierenüberpflanzungen gelang es ihnen, im tierischen Organismus einen Zustand von Hyperadrenalismus mit konsekutiven Gefäßveränderungen zu erzeugen. Dabei nahm das Gefäßkaliber ab, die Gefäßwandstärke infolge Hyperplasie der Mediamuskulatur zu bei gleichzeitig bestehenden degenerativen Vorgängen. Da die Zufuhr eines Adrenolytikums (Hydergin) wirkungslos blieb, muß man den Gefäßschaden nicht auf Adrenalinkörper aus dem Nebennierenmark, sondern auf Stoffe aus der Rinde zurückführen. Nach A r e n d t (2) spielt ätiologisch eine allergisch-hyperergische Reaktion, die sich an der Intima abspielt, eine Rolle. Tatsächlich läßt sich in einem Großteil der Fälle eine allergisch-hyperergische Entzündung nach durchgemachten schweren Infekten aus der Anamnese erheben. Nach C a s t e x und d i C i o (15) sind für die Pathogenese der Winiwarter-Bürgerschen Erkrankung Rheumatismus, Typhus, Pneumonie und Spirochätenerkrankungen auslösende Faktoren.

Abschließend soll die Pathogenese arterieller Durchblutungsstörungen des Gehirns kurz behandelt werden. S u n - d e r - P l a s s m a n n , H i l l e n b r a n d und S c h ü r h o l z (129) unterscheiden zwei Gruppen der Hirngefäßerkrankungen: 1. Arterielle Spasmen, denen ein pathologischer Reizzustand parasymphischer Kerngruppen im bulboPontinen bzw. mesencephalen Bereich zugrunde liegt. Es kann dabei zu "kompensatorischen sympathischen Reizzuständen" kommen. Temporäre Sympathikusausschaltungen wirken dann dämpfend auf die parasymphischen Kerngebiete und greifen nach S u n d e r - P l a s s m a n n und Mitarb. (120) damit kausogenetisch ein. 2. Die Endangiitis obliterans der Hirngefäße. Für sie gilt der gleiche Entstehungsmodus wie für die generalisierten Gefäßerkrankungen.

Es muß bezweifelt werden, daß in einem primär erkrankten sympathischen Nervensystem die Ursache für die Entwicklung proliferativer Gefäßwandprozesse zu suchen ist. Vielmehr liegt ein sekundäres Einwirken des Sympathikus auf das erkrankte Gefäßsystem über den Weg pathologisch gesteigerter Impulse nahe. Traumen und pathologische Prozesse an der Gefäßwand erhöhen reflektorisch den sympathischen Tonus. (P r e t t y (93).)

B. Arterielle Gefäßerkrankungen und ihre Eignung für die Palliativchirurgie.

Für die Beurteilung des internen und chirurgischen Therapieplanes hat sich die Einteilung der arteriellen Gefäßschäden in Angioorganopathien, Angioneuropathien und deren Mischformen bewährt (R a t s c h o w , 97). Palliativ-chirurgische Eingriffe bei peripheren organischen oder funktionellen Gefäßerkrankungen können nicht als kausale Maßnahmen betrachtet werden, umso wichtiger bleibt deshalb für einen gezielten und damit erfolversprechenden Eingriff eine sorgfältige Auswahl der Patienten zur Operation.

Die Indikation zu einer Sympathikusoperation wird vorwiegend durch die Frage bestimmt: inwieweit ist der Gefäßprozeß spastischer, inwieweit mechanisch-obturierender Genese, läßt sich die Durchblutungsgröße durch die Aufhebung nervöser Einflüsse verbessern? Diese Frage ist durch präoperative Testmethoden hinreichend zu klären. Hier sollen zunächst arterielle Erkrankungen auf die Beteiligung sympathisch-spastischer Komponenten nach dem klinischen Bild differentialdiagnostisch getrennt werden.

Nach B l o c k (10) hat "jeder Eingriff am sympathischen Nervensystem nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn die Natur des Leidens noch eine funktionelle Komponente als Reservekraft erhalten hat, die sich vor allem in einer Entwicklungsfähigkeit des Kollateralkreislaufes und einer Ansprechbarkeit der terminalen Strombahn zu erkennen geben muß". Die funktionelle Komponente, am stärksten bei der Raynaudschen Erkrankung ausgeprägt, zeigt klinisch als Ausdruck eines hohen Vasomotorentonus periphere Cyanose, die Konstriktion superficialer Extremitätenvenen und Hyperhydrose. (F r e e m a n , L e e d s und G a r d e n e r (30).) Für den M. Raynaud sind charakteristisch das symmetrische Befallensein tonisch kontrahierter kleiner Extremitätenarterien, bei gleichzeitiger zirkulatorischer Stase mit periodisch auftretender Asphyxie, ausgelöst durch intermittierende Spasmen. Diese treten nach Kälteeinfluß und nach emotionalen Stimuli auf, schließen nur die Endarterien ein, während die Hauptgefäße ihre normalen Pulsationen beibehalten (W h i t e , 142). Kriterien eines echten M. Raynaud sind:

1. Fehlen organisch proliferativer Wandveränderungen.
2. Fehlende oder aber nur minimale Hautgangrän.
3. Fehlen ursächlicher, Schädigungen.
4. Typische dreiphasige symmetrische Verfärbung der Akren nach Kälte und Erregungen. Nach A d s o n (1) ist die Krankheit in 8 % der Fälle hereditär und betrifft zu 80 % weibliche Individuen. Soweit man dabei für die anfallsweise

auftretende Tonuserhöhung des Sympathikus sichere Hinweise durch präoperative Tests erhalten kann, ist eine Sympathikusoperation indiziert.

Vom echten Raynaud zu unterscheiden sind Krankheitsbilder, die zwar dem Raynaudschen Syndrom zugeordnet werden, hinsichtlich ihrer Ätiologie aber sehr differieren. So kann ein Raynaudsyndrom mit Akrocyanose, Sklerodermie, Erythrocyanosis crurum puellarum auch durch Syringomyelie und multiple Sklerose erzeugt (M a n d l , 77), durch eine Reihe anderer Krankheiten jedoch, Basedow, schwere Infektionen, Arthritis und Nikotinismus vorgetäuscht werden.

Raynaudartige Krankheitsbilder sind ferner bekannt beim Scalenusyndrom, bei Halsrippe, Pseudarthrosen des Os naviculare, Sekakorninvergiftungen, Bleivergiftungen und hämolytischen Anämien. In diesen Fällen sind die ursächlichen Noxen zu beseitigen, Sympathikuseingriffe deshalb kontraindiziert.

Eine weitere Gruppe ischämischer Schäden stellen die nach excessiven Kälteeinwirkungen zu beobachtenden oberflächlichen Hautnekrosen dar, die im Gefolge von Blutstase in den Gefäßen und der allgemeinen Unterkühlung auftreten und irreversibel sind. Eine Sympathektomie wäre hier kontraindiziert, da bei echten Erfrierungen anfangs hyperämisierende Maßnahmen Ödem- und Gangränbildung geradezu begünstigen (L a k e , B a i l e y , R i c h a r d s , L e a r m o n t h und G r e e n e , zit. 77).

Auch bei der traumatischen Gefäßdrosselung nach offenen und geschlossenen Verletzungen bleibt der Sympathikuseingriff wertlos, wenn der Spasmus länger als eine Stunde anhält, ein Puls nicht mehr fühlbar ist, und die Gefahr einer Gangrän droht (C o h e n , zit. 77). Auch H e r r m a n n (44) empfiehlt die Sympathektomie nicht als feste Methode zur Beseitigung des traumatischen Gefäßspasmus.

Ein besonderes Krankheitsbild nach Durchblutungsstörungen, die durch Gefäßunterbindungen, Kontusionen größerer Arterien, Esmarch'scher Blutdrosselung sowie durch Kälteschä-

den verursacht werden, ist die Volkmann'sche Kontraktur, die hinsichtlich ihrer Genese als hypoxämischer Muskelschaden aufgefaßt wird, in ihrer klinischen Symptomatik jedoch das Bild einer durch Myolyse bedingten spastischen Lähmung bietet. T a v e r n i e r , P u t t i , K a p p i s , N a r i o (zit. 77) lehnen hier einen Sympathikuseingriff absolut ab.

Bei der arteriellen Embolie erfolgt neben dem embolischen Gefäßverschluß reflektorisch eine spastische Drosselung des Hauptgefäßes wie seiner Kollateralen. Dabei löst der Embolus als Reizherd an der Gefäßwand afferente Impulse über die Hinterwurzel zum Hinterhorn aus, die über den Tractus intermediolateralis und den sympathischen Grenzstrang eine Vasokonstriktion des Gefäßes und der Kollateralen bedingen. Eine Embolie ist nach M a n d l (77) in 30 % aller Fälle von einer Gangrän gefolgt. Er weist auf das Risiko hin, das eine Sympathektomie nach vorausgegangener Embolektomie für den betreffenden Patienten darstellt. Ist jedoch bei einer arteriellen Embolie die 8-Stundengrenze bereits überschritten, so bleibt in der Sympathikusblockade eine therapeutische Möglichkeit, die teilweise Erfolg haben kann. Die Sympathektomie allein ist bei embolischem Verschluß unwirksam.

Den Hauptanteil der arteriellen Gefäßerkrankungen stellen die Angioorganopathien, dabei in erster Linie die Arteriosklerose und die Endangiitis.

Die Winiwarter-Bürgersche Erkrankung betrifft vornehmlich Männer. Beobachtungen von W a n k e (128), S i l b e r t , B ü r g e r , H o r t o n und B r o w n (zit. 119) ergaben, daß nur 0,98 % aller Endangitiker Frauen sind. Offensichtlich verhindert das Follikelhormon bei ihnen die Krankheit, denn sie werden nur nach der Menopause davon befallen (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119).

Die Endangiitis obliterans ist ein rein organisches Leiden, das generalisiert auftritt und sowohl die Gefäße

des Gehirns als auch die aller anderen Organsysteme betreffen kann (S u n d e r - P l a s s m a n n , 118). Ätiologisch sind in erster Linie Nikotin, Coffein allergisch-hyperergische Reaktionen, Stress u.a. anzuschuldigen (O t t o , 86; R a t s c h o w , 97). Die anfängliche Beteiligung des Nervensystems mit Spasmen der Gefäßwand in der noch funktionellen Frühphase, die ständige Drosselung der Kollateralen in der stabilisierten organischen Phase, verursacht durch reafferente Impulse von der Gefäßwand und schließlich der trophische Einfluß des vegetativen Nervensystems, der von den Neuralpathologen S t ö h r (116), S u n d e r - P l a s s m a n n (119), B l o c k (9) und S p e r a n s k i (114) eingeräumt wird, gab der Chirurgie die Grundlagen, diese Erkrankung durch Eingriffe am sympathischen Nervensystem zu behandeln. Solange sich die Endangiitis im Frühstadium befindet, das Leiden zwar erkennbar, die Beschwerden aber vorwiegend noch funktioneller Art sind, fordern B l o c k (10), S m i t h , G u l l i c k s o n und C a m p b e l l (113) die Sympathektomie. Die Differentialdiagnose gegen den M. Raynaud und die Arteriosklerose kann Schwierigkeiten bereiten. Ihr kommen die klinische Symptomatologie, die Angiographie sowie die mikroskopische Untersuchung extirpierter Gefäße zu Hilfe. Nach M a n d l (77) lassen sich drei Krankheitsstadien abgrenzen.

Stadium 1: Im Vordergrund steht der Schmerz, zunächst in Form der Claudicatio intermittens, später als Ruheschmerz.

Stadium 2: Ulcera an den Zehen oder am Fuß ohne Heilungstendenz.

Stadium 3: Meist feuchte Gangrän, die immer an den Zehenspitzen beginnt.

Gegen die Arteriosklerose läßt sich die Endangiitis obliterans durch Alter und Geschlecht der Patienten abgrenzen. W a n k e (128) gibt das Durchschnittsalter für Endangiitis obliterans mit 36,2 Jahren, S u n d e r - P l a s s m a n n (119) mit 43,5 Jahren an. Männer erkranken an Arteriosklerose

nach W a n k e (128) siebenmal häufiger. Bei der Endangiitis obliterans liegt das Verhältnis der Zahl der Erkrankungen bei Männern und Frauen wie 35 : 1 (H o l m b e r g , 49).

Die Arteriosklerose spielt sich ausschließlich und diffus an den Arterien ab, während die Endangiitis obliterans in gleicher Stärke Venen und Arterien, meist herdförmig ergreift, dabei aber längere Abschnitte freibleiben können.

Bei der Arteriosklerose fehlt eine Phlebitis migrans der oberflächlichen Venen. An Arm und Hand manifestiert sich die Arteriosklerose nur selten, bei der malignen Form der Endangiitis jedoch ist dies ein typischer Befund (W a n k e , 128). Die maligne Endangiitis obliterans betrifft vorwiegend Männer unter dem 30. Lebensjahr und zeigt einen schicksalsmäßigen Verlauf, der mit konservativen und chirurgischen Maßnahmen selten zum Stillstand, nie aber zur Heilung gebracht werden kann (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119). Im Krankengut von W a n k e (128) beträgt die Häufigkeit der malignen Form 10 - 20 %, in dem von L e a r m o n t h (zit. 128) 16,5 - 19 %.

Die benigne Form der Endangiitis obliterans beschränkt sich im Anfangsstadium auf eine Extremität und gibt bessere Operationsresultate.

Die Angiographie leistet für die Differentialdiagnose der organischen Gefäßerkrankungen Gutes. Bei der Endangiitis finden sich selten Wandverkalkungen im Röntgenbild, diese sind bei der Arteriosklerose in der Regel vorhanden. Die Arteriosklerose zeigt ungleichmäßige, plattenförmige Wandauflagerungen, während die Endangiitis im Arteriogramm enge drahtige Gefäßrohre aufweist (O t t o , 86; S u n d e r - P l a s s m a n n , 118; M a n d l , 77). Analoge Befunde an den Hirngefäßen erhoben S c h i e f e r und S t r u c k (106).

In den Frühstadien beider Erkrankungen ist die Differentialdiagnose besonders erschwert. Während hier für die Endangiitis obliterans noch der Einfluß von Vasospasmen gel-

tend gemacht wird, beginnt die Arteriosklerose als rein organisches Leiden, das erst im Spätstadium durch die Wandveränderungen als Reizquelle für eine sekundäre Drosselung der Kollateralen über des sympathischen Reflexbogen wirkt. Wie die Endangiitis obliterans nimmt auch die Arteriosklerose einen irreversiblen Verlauf, und alle Palliativmaßnahmen beschränken sich bestenfalls auf die Verbesserung des Kollateralkreislaufes. Sie ist vorwiegend eine Alterserkrankung und befällt nach *de B a c k e y* (zit. 77) zu 90 % Menschen zwischen dem 6. und 8. Lebensjahrzehnt. Fortgeschrittenes Alter des Patienten ist jedoch nach *M a n d l* (77) keine Kontraindikation für einen Sympathikuseingriff.

Die Beobachtungen von *de B a c k e y* (zit. 77), wonach Frauen doppelt so häufig an Arteriosklerose erkranken, wenn zusätzlich noch ein Diabetes vorliegt, spricht für die Beteiligung des Diabetes an der Pathogenese der Arteriosklerose. Daß die diabetische Arteriosklerose in der Sympathikuschirurgie immer eine ungünstigere Prognose als die unkomplizierte Form dieser Durchblutungsstörung hat, wird trotz der gegenteiligen Auffassung *M a n d l* 's (77) weiter unten dargestellt werden.

Besonders für alte Arteriosklerotiker gelten als Kontraindikationen zur Sympathektomie: pathologische EKG-, Augenhintergrunds- und Nierenbefunde, postapoplektische Zustände, überstandener Myokardinfarkt, starke Zehen-, Fuß- und Unterschenkelmuskelatrophie, ferner "skelettierte Extremitäten", die nach einer Sympathektomie ulcerieren und gangränös werden können, schließlich arteriosklerotischer Marasmus sowie ausgedehnte Beckenvenenthrombosen.

Die Arteriosklerose entwickelt sich in vier Stadien:
1. intermittierendes Hinken, Fehlen von Pulsen, kalte Extremitäten, 2. Dauerschmerz, 3. Exulceration, Atrophie, 4. Gangrän. Die pathologischen Wandveränderungen erstrecken sich von Verdickung der Gefäßintima bis zur völligen Obliteration.

Endangiitis obliterans und Arteriosklerose scheinen be-

stimmte Konstitutionstypen bevorzugt zu befallen. Im Krankengut von H e i n t z e (42) gehörten alle Patienten dem schizothymen Typ nach Kretschmer an. Davon entfielen 44,4 % auf den asthenischen, 50 % auf den athletischen Typus und 5,6 % auf Mischtypen beider Körperformen.

Eine Sonderform arterieller Durchblutungsstörungen bietet das Martorell-Syndrom, die Obliteration der supraaortischen Äste (M a r t o r e l l , 78). Die Erkrankung betrifft zumeist jüngere Frauen der nördlichen Länder. Die pathogenetischen Faktoren sind vielgestaltig: allergisch-hyperergische Reaktion, Thrombangiitis obliterans, umschriebene Arteriosklerose, sowie Anomalien des Aortenbogens. Diese Vielfalt weist bereits auf die Zwecklosigkeit palliativer Eingriffe am Sympathikus hin. In der Tat hat sich auch die Sympathektomie bzw. Stellektomie als völlig nutzlos erwiesen, wie M a r t o r e l l (78) kürzlich mitteilte.

Das Leriche-Syndrom ist gekennzeichnet durch eine Obliteration der Aortenbifurcation sowie der Iliacalgefäße, hat Impotenz und schwere ischämische Zustände der unteren Extremitäten zur Folge. Palliativmaßnahmen bestehen in der lumbalen Sympathektomie, die Ergebnisse werden weiter unten besprochen.

Wo es sich um spezifische Gefäßkrankheiten handelt, ist in erster Linie eine entsprechende Therapie erforderlich und von der Sympathektomie wenig zu erwarten. Trotzdem fordern S u n d e r - P l a s s m a n n und Mitarb. (120) auch in diesen Fällen eine temporäre oder dauernde Desympathisierung als Unterstützungstherapie.

C. Präoperative Testmethoden und ihre Unsicherheitsfaktoren.

In der Beurteilung der Erfolgchancen für einen Sympathikuseingriff haben präoperative Testmethoden das Ausmaß der spastischen Komponente eines Gefäßleidens zu klären und die Erweiterungsfähigkeit des gedrosselten Kollateralkreislaufs zu messen. Erfolgt auf einen präoperativen Test hin keine Mehrdurchblutung einer erkrankten Extremität, so überwiegt ein organisch obturierender Gefäßprozeß. Nur die positive Reaktion des Kollateralkreislaufs rechtfertigt einen Sympathikuseingriff bei peripheren Durchblutungsstörungen. Der diagnostische Wert solcher Tests wird verschiedentlich in Zweifel gezogen (M a n d l , 75; K o n c z , 58; G e r b e r , M c C u n e und E a s t m a n , 33; F r e e m a n , L e e d s und G a r d n e r , 30). Nach E l k i n und Mitarb. (23) lieferte die Messung der Hauttemperatur deshalb keine exakten Ergebnisse, weil durch die Steuerung des peripheren arterio-venösen Anastomosengebietes durch den Glomus neuromyoartericus der Blutstrom ins terminale Hautgebiet abgeleitet werden kann, wenn sich diese arterio-venösen Verbindungen öffnen. Dann resultiert eine Hauttemperaturerhöhung, während zugleich der Energieumsatz in der Muskulatur durch Umgehung der nutritiven Kapillaren sinkt. Die Hauttemperatursteigerung liefert dann eventuell die Indikation zu einer Sympathektomie mit enttäuschendem Ergebnis, weil die Muskelischämie nicht behoben, sondern nur die Hauttrophik verbessert wurde. Trotz dieser Fehlerquellen ist der Temperaturtest weiterhin gebräuchlich.

1. Messung der Hauttemperatur.

Die Größe des auf dem Kollateralkreislauf lastenden Sympathikotonus eines erkrankten Gliedes wird nach G o e t z (36) und M a n d l (77) durch den Anstieg der Hauttemperatur beim Erwärmen des Rumpfes gemessen und mit dem der gesunden Extremität verglichen, bzw. bei Erkrankungen beider Glieder die Temperaturdifferenz symmetrischer Gliedmaßenpunkte.

Diese Erwärmung kann mittels eines Heißluftkastens oder durch Eintauchen in warmes Wasser erfolgen. Die resultierende Vasodilatation erklärt sich durch Hemmung der Vasokonstriktoren infolge des Kontaktes nervöser Zentren mit dem erwärmten Blut (G a s k , R o s s , zit. 77). Fälle, die auf diesen Test schlecht oder gar nicht reagieren, gelten allgemein als ungeeignet für einen Sympathikuseingriff.

Eine Steigerung der Hauttemperatur wird ferner durch den Fremdeiweißtest herbeigeführt. W h i t e (133) verwendet dazu die i.v.-Injektion einer 50 Mio. Bazillen enthaltenden Typhusvaccine und glaubt, damit qualitative Aussagen zur Abgrenzung gegen organische vasculäre Schäden zu erhalten. B l o c k (10) hält diese künstliche Fiebererzeugung für unzweckmäßig.

Die gebräuchlichste Testmethode der vergleichenden Temperaturmessung besteht in der Novocainblockade der regionären sympathischen Ganglien. Für die obere Extremität wird das Ganglion stellatum anaesthetisiert. Bei vollständiger Stellatumblockade zeigt sich der Horner'sche Symptomenkomplex. Der sympathische Einfluß auf die untere Extremität wird durch Blockade der Lumbalganglien (L I bis L IV) ausgeschaltet. Als Zeichen einer vollständigen Blockade des lumbalen Grenzstranges gibt B l o c k (10) einen anaesthetischen Reithosenbesatz am Oberschenkel an, daneben Paraesthesien, die mit der Lähmung zusammen nachlassen. Steigt die Hauttemperatur nach der Blockade um $2 - 3^{\circ}\text{C}$ an, so ist nach R i e d e r (101) im Großteil der Fälle von der Sympathektomie ein Dauererfolg zu erwarten. Dieser Test gilt als quantitativer, d.h. das Ausmaß des Temperaturanstiegs steht in direkter Beziehung zu dem erwartbaren postoperativen Ergebnis (W h i t e , 133). Einen Abfall der Hauttemperatur im sympathisch ausgeschalteten Gebiet bezeichnet K o n c z (58) als prognostisch unbedingt ungünstiges Zeichen. Über die Zuverlässigkeit der lumbalen Sympathikusblockade als präoperativer Test sind die Meinungen geteilt. B e r r y , F l o t t e und C o l l e r (8) messen ihr nur geringe Bedeutung bei. Ob die Haut-

temperaturerhöhung nach einem Novocainblock für die wirkliche Muskeldurchblutung etwas aussagt, ist zweifelhaft, da das Blut bei erhöhtem Vasotonus ohne Verschlüsse und erst recht bei Verschuß von Hauptgefäßen in den teils oberflächlichen Kollateralen Wärme abgibt und bereits vorgekühlt in den Fuß und die Zehen gelangt (C o h e n , 16).

Neben Novocain und Procain wird häufig auch Alkohol als Sympathikusblocker verwendet. Während die Novocainwirkung nur von kurzer Dauer ist und nach B l o c k (10) keine vollständige Lähmung, vielmehr ein Abfangen überschießender Reaktionen des Sympathikus bedeutet, läßt sich mit Alkohol eine drei bis fünf Monate anhaltende Dauerunterbrechung vasokonstriktorischer Tätigkeit der Sympathikusbahnen beobachten. B l o c k (10) warnt vor der Alkoholblockade, besonders im Halsgebiet wegen der möglichen Diffusion in die Pleura mit folgender Lungenreizung bzw. sogar reflektorischem Lungenstillstand (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119; v a n N o o r t , 82). Unangenehme Erscheinungen des Alkoholblocks sind Schweißausbruch, RR-Senkung sowie Gesichts- und Hautblässe.

Der Temperaturtest kann ferner unter Lumbalanaesthesie vorgenommen werden. Gegen seine Genauigkeit bestehen Bedenken (B l o c k , 10; M a n d l , 77).

Die Hauttemperaturmessung unter dem von S i n g e r (zit. 77) angegebenen Arbeitsversuch gestattet eine Abgrenzung funktioneller Durchblutungsstörungen gegen die rein organischen. Bei normaler Gefäßfunktion steigt die Hauttemperatur sowie der oszillometrische Index nach Arbeitsleistung an.

Funktionelle Durchblutungsstörungen sind demnach durch einen geringen T-Anstieg auf dem Fußrücken der erkrankten gegenüber dem der gesunden Seite bei Arbeitsleistung charakterisiert. Nach der Belastungsprobe sinkt die Temperatur der erkrankten Seite deutlich ab, während die der gesunden ansteigt.

Organische Gefäßschäden sind kenntlich an einem Absin-

ken bzw. Gleichbleiben der Temperatur am Fußrücken der erkrankten Extremität bei der Belastungsprobe.

2. Oscillometrie.

Diese Methode ist wertvoll in der Beurteilung der Größe der Pulsamplituden peripherer Gefäße, sowohl zum Vergleich der gesunden mit der kranken Extremität als auch zum Vergleich verschiedener Abschnitte einer Extremität. Sie wird mit dem Arbeitsversuch nach S i n g e r kombiniert und läßt dann Schlüsse bezüglich der Art des Leidens, sowie der Höhe eines arteriellen Verschlusses zu. Die Größe des Pulsvolumens ist proportional der Wegsamkeit der Hauptgefäße, sein Fehlen beweist eine Verlegung.

3. Plethymographie.

Sie erlaubt eine genaue Messung der Zirkulationszunahme nach präoperativen Tests, mißt jedoch nur die Gesamtvolumenzunahme einer Extremität während der venösen Stauung bei Erwärmung des Körpers. Nach G o e t z (36) ist die Größe des arteriellen Bluteinflusses bei der venösen Stauung des Fingers oder der Zehen proportional dem Ausbildungsgrad des Kollateralkreislaufes. Dabei wird die Zunahme des Gliedvolumens bis zur völligen Auffüllung des terminalen Strombettes festgestellt. Wird die Stauung entfernt, so läßt sich durch ein Registriergerät die Höhe des Blutvolumens in der Zeiteinheit messen.,

4. Kapillarmikroskopie.

Sie erlaubt bei einer Vergrößerung von 1 : 50 die Erythrocytenbewegung in den Kapillaren an der Basis des Nagelbettes zu verschiedenen Zeiten während und nach einer Sympathikusblockade oder Hotbox-Anwendung zu beobachten. Bei einem positiven Novocainblock geraten die vorher stagnierenden Erythrocyten in rasche Bewegung. Jedoch läßt sich hiermit nicht nachweisen, ob die periphere Hyperämie einer Eröffnung des Kollateralkreislaufes oder einer Dilatation des Hauptgefäßes zu danken ist.

5. Durchblutungsmessung mit Na^{24} -Isotopen.

Mit einer von E l k i n und Mitarb. (23) entwickelten Methode gelingt eine genauere Bestimmung der Durchblutungsgröße bei Durchblutungsstörungen.

Sie injizieren kleine Depots von Na^{24} in den Muskel und messen das Absinken der Strahlungsintensität mittels des Geiger-Müller-Zählrohres unter Hochlagerung der Beine um 35° . Na^{24} wird bei einer Halbwertszeit von 14,8 Stunden schnell aus dem Körper ausgeschieden und die intensive Gammastrahlung kann außerhalb des Körpers gemessen werden. Über die innerhalb der Zeiteinheit durch die Endkapillaren geflossene Blutmenge sind genauere Aussagen möglich.

6. Angiographie.

Schließlich leistet für die Artdiagnose einer Gefäßerkrankung, für die Bestimmung der Höhe eines organisch bedingten Verschlusses sowie für die Bewertung des Kollateralkreislaufes die Angiographie Gutes. Seit der Eliminierung des Kontrastmittels Thorotrast sind ihre Gefahren erheblich vermindert worden. Zeigt sich der Kollateralkreislauf gut ausgebildet, so gilt ein Sympathikuseingriff als gerechtfertigt.

7. Schwitztest.

Dieser Test ist spezifisch für den M. Raynaud. Die Übererregung des sympathischen Nervensystems bewirkt eine excessive vasomotorische und sudomotorische Reaktion mit erheblicher Hyperhydrosis der Hand- und Fußrücken. Bei lokaler Kälteeinwirkung sowie nach starker emotionaler Beeinflussung - hier genügt oft schon die Suggestion eines Kältereizes - läßt sich mittels Messung des Hautwiderstandes oder durch Bestreichen der entsprechenden Hautbezirke mit einem Jod-Öl-Gemisch und Stärkepulver ein hyperhydrotischer Bezirk abgrenzen, der nach vollständiger Blockade anhydrotisch bleiben muß.

III. Ergebnisse der palliativ-chirurgischen Maßnahmen.

A. Eingriffe am Gefäßrohr.

1. Ergebnisse der Endarteriektomie.

Eine Maßnahme, welche die Beseitigung des pathologischen Gefäßprozesses selbst und die Rekanalisierung des Gefäßlumens erstrebt, stellt die Endarteriektomie dar. Sie beruht in der Ausschälung organischer Intimawucherungen entsprechend der Länge des öbliterierten Gefäßsteiles.

Hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeit ergeben sich damit bestimmte Einschränkungen. Sie ist nur durchführbar bei Gefäßen, die mindestens die Größe der A. poplitea erreichen, bei erwiesenen organischen Gefäßverschlüssen und wenn peripher vom Verschuß das Gefäßlumen voll durchgängig ist. Nach J u d m a i e r (51) erfüllen nur 20 % der Gefäßkranken diese Voraussetzungen.

Die Operationsresultate sind selbst bei richtiger Indikationsstellung unbefriedigend. Nach Entfernung von Intima und Media unter Heparineinwirkung gelingt es nicht, Thrombosen und neuerliche Obliterationen zu vermeiden. Gegen die Auffassung von B a z y (7), wonach die "Bildung eines Leukocytenfilms" an der ausgeschälten Gefäßwand eine Thrombose zu verhindern in der Lage sei, sprechen die mit dieser Methode gemachten Erfahrungen.

Unter 16 Endarteriektomien, die H o f f m a n n , H e n r o t i n und C o r n i l (47) durchführten, konnte kein einziger Erfolg verzeichnet werden.

R o s o l l e c k (104) führte die Endarteriektomie in vier Fällen arterieller Durchblutungsstörungen durch, konnte aber nur einen günstigen Erfolg verzeichnen.

Ebenso mußte R a p p e r t (95) bei 4 endarteriektomierten Fällen schon nach drei Monaten arteriographisch dreimal einen neuen arteriellen Verschuß feststellen.

B a r k e r und C a n n o n (6) berichten von 18

Endarteriektomien bei chronischer Arteriosklerose, davon waren nur 6 Fälle durch die Operation entscheidend gebessert. Bei generalisierter Arteriosklerose kam es zu einer Hemiplegie und einem Exitus durch renale und mesenterale Thrombose.

Das Krankengut von R e b o u l und L a u b r y (99) umfaßt 95 Fälle (darunter Endangiitis obliterans mit Gangrän und Arteriosklerose). Davon entfallen 21 auf die Aorta abdominalis und 74 auf schwere Intimaobliterationen distal der Bifurcatio aortae. Tabelle 1 gibt die Operationsergebnisse der 95 Endarteriektomien an.

Tabelle 1

Lokalisation d. Verschl.	Fälle	Ergebnis	%
Aorta abdominalis	21	gut = 13	62
		Todesfälle	
		= 8	38
Distal der Bifurcatio Aortae	74	gut = 36	48,6
		erneuter Verschluß	45,9
		= 34	
		Todesfälle	
		= 4	5,4

R e b o u l und L a u b r y bezeichnen die Endarteriektomie gleichzeitig als Sympathektomie, weil mit der Resektion der Gefäßinnenwand bis auf die Elastica externa und Adventitia auch die spastische Drosselung durch Entfernung intramuraler Nervenfasern aufgehoben wird. Diese Auffassung ist jedoch völlig irrig, denn das von außen an die verbliebene Gefäßwand ziehende sympathische Fasernetz sowie das Terminalretikulum innerhalb der Gefäßwand sind nicht entfernt worden, ja nicht einmal ihrer Verbindung mit übergeordneten

Leitungsbahnen beraubt.

Die Mortalitätsbelastung in diesem Krankengut von 12,63 % muß selbst bei Berücksichtigung einer günstigen Beeinflussung in 51,5 % das Verfahren als ungeeignet erscheinen lassen. Während die Ergebnisse unterhalb der Bifurcatio aortae, also im Bereich der Becken- und Beingefäße, günstiger werden (nach R e b o u l und L a u b r y), sah gerade J u d m a i e r. (51) für Gefäße in der Größenordnung der A. femoralis keine guten Ergebnisse.

Die von F o n t a i n e und Mitarb. (29) veröffentlichten Operationsergebnisse liegen ähnlich ungünstig: insgesamt 23 Operationen, von denen 18 wegen Abnutzungsarteriitis und 5 bei Thrombangiose durchgeführt wurden; Resultat: 4 Todesfälle, 5 Amputationen, 2 postoperative Mißerfolge, insgesamt = 48,3 %. Nur in 9 Fällen = 39,1 % blieb die Blutstrombahn dauernd offen. Die Mortalität liegt mit 17,4 % wesentlich höher als bei R e b o u l und L a u b r y .

B a r k e r und C a n n o n (6) suchen die Ursachen für die Mißerfolge der Endarteriektomie:

1. in sekundärer Thrombose. Diese entsteht an verbleibenden kranken Intimaresten unterhalb der endarteriektomierten Stelle, die sich dem Blutstrom entgegenstellen und die Thrombosebildung begünstigen.
2. Hämorrhagie als Folge der Heparinisierung,
3. in ausgedehnter Arteriosklerose im distalen Gefäßanteil und
4. in generalisierter diffuser Arteriosklerose.

2. Ergebnisse der Arterienresektion.

Die Grundlagen der Arterienresektion wurzeln in der Vorstellung von L e r i c h e (zit. 128), wonach die Obliteration einer Hauptarterie mit dem stets entzündlich veränderten periarteriellen Gewebe einen Dauerreizzustand vasokonstriktorischer Fasern zur Folge habe, der sich einerseits auf das

Hauptgefäß selbst, andererseits auf die Kollateralen im Sinne einer spastischen Drosselung auswirke.

Die Resektion des obliterierten Arteriensegmentes, das nach L e r i c h e , F o n t a i n e und D u p e r - t u i s (66) nur noch ein Geflecht erkrankter sympathischer Fasern ist, führt zur Beseitigung von Spasmen des Kollateral-kreislaufes und zur Hyperämisierung der abhängigen Gewebspartien. Damit aber wird die Arterienresektion zu einer Sympathikusoperation und soll deshalb im Rahmen dieser Arbeit auf ihren Wert hin untersucht werden.

Aus der Erkenntnis heraus, daß die Sympathektomie bei rein organischem Gefäßverschluß nutzlos bleibt, worauf R i e d e r (101) schon 1934 hinwies, wurde in der Arterienresektion ein guter rekanalisierender Eingriff erblickt.

Ihre Anwendung bedarf jedoch bestimmter Voraussetzungen:

1. Sie ist nur indiziert, wenn ein gut abgegrenztes Arteriensegment organisch verschlossen ist. Dieses muß vollständig reseziert werden.
2. Sie ist zu vermeiden im Bereich der A. poplitea, weil hier das kollaterale Gefäßnetz leicht zerstört wird, ferner im Bereich der A. tibial. post., da in diesem Gebiet Wunden sehr schlechte Heilungstendenz zeigen.
3. In der Peripherie muß eine reaktive Hyperämie nach präoperativem Test nachweisbar sein (B l o c k , 10; O t t o , 86).

Damit ergeben sich für die Ausführung der Arterienresektion jedoch bestimmte Schwierigkeiten. Das thrombosierte Segment muß vollständig reseziert, dabei der Kollateral-kreislauf aber geschont werden. Die thrombotischen Arterienverschlüsse erstrecken sich jedoch nur teilweise auf periphere Hauptgefäße, wie nachstehende Tabelle zeigt.

Tabelle 2

Häufigkeit pathologischer Wandveränderungen an Aorta, A. iliaca und A. femoral' im arteriographischen Bild nach W a n k e (128). (371 Fälle arterieller Gefäßerkrankungen.)

Sitz	Obliteration	Wandveränderung	patholog.	normal
Aorta	1,0 %	33 %	34 %	66 %
A. ilica	17 %	18 %	35 %	65 %
A. femoral.	63 %	23 %	86 %	14 %

Wandveränderungen bei arteriellen Gefäßerkrankungen finden sich an Aorta und A. ilica in fast der gleichen Häufigkeit von 34 % bzw. 35 %. Dabei ist die A. femoral. in 86 % immer mitbetroffen. Bei der Betrachtung von Obliteration und pathologischer Wandveränderung zeigt sich eine Zunahme der Obliteration nach der Peripherie hin. Zu 17 % ist die A. ilica obliteriert, d.h. jeder 6. Patient hat eine derartige Lokalisation. Dieses Obliterationssyndrom im Bereich der Aortenbifurkation und A. ilica als Leriche-Syndrom bekannt, kommt für die Arterienresektion nicht in Betracht und nach F o n t a i n e , K i m und K i e n y (28) reicht bei etwa 50 % der Patienten mit einem Leriche-Syndrom, sowie ausgedehnten Obliterationen der A. femoral. und A. poplitea die Sympathikuschirurgie ebenfalls nicht aus.

Die Ausdehnung der Obliteration der Iliacalgefäße beträgt oft nur wenige cm, kann aber in der A. femoral. 20 cm und mehr erreichen (W a n k e).

Die Häufigkeit der Femoralisobliteration mit 63 % führt W a n k e auch auf zu enge Gefäßscheiden bzw. auf besondere Einengung durch den Adduktorenkanal zurück. J u d m a i e r

(51) fand bei Überprüfung von 200 Serienangiogrammen unterer Extremitäten von Gefäßkranken im Adduktorenkanal folgende Veränderungen:

32 mal isolierte Deformitäten der A. femoralis, 28 mal lokalisierte Verschlüsse und 57 mal ausgedehnte Verschlüsse der A. femoral. superfic., meist vom Adduktorenkanal ausgehend.

Selbst bei Gefäßgesunden ließen sich an dieser Stelle in 40 % bei postmortalen Arteriographie makroskopische Gefäßwandveränderungen nachweisen. Für Arteriosklerotiker bildet der Adduktorenkanal eine Prädisloktionsstelle für einen sklerotischen Verschluss, zu einem Zeitpunkt, an dem andere Arterienabschnitte noch völlig frei sind. J u d m a i e r (51) spricht bei diesen lokalisierten Gefäßveränderungen vom Adduktorensyndrom, das in Frühfällen durch Paraesthesien und Kältegefühl im distalen Unterschenkel charakterisiert ist.

N o v o t n y (83) fordert in solchen Fällen die Beseitigung periarterieller Fibrosen sowie Spaltung der Membrana vastoadduktoria.

Die günstigsten Resultate mit der Arterienresektion haben zweifellos L e r i c h e , F o n t a i n e und D u p e r t u i s (66) erzielt. 78 Arterienresektionen ergaben bei einer Nachbeobachtungszeit von 1 - 10 Jahren für die Arteriosklerose in 55 % Besserungen, für die Winiwarther-Bürger'sche Erkrankung in 35 % Besserungen.

Einer früheren Publikation von L e r i c h e und F o n t a i n e (63) zufolge ergibt die Arterienresektion bei der Endangiitis obliterans mit 55,9 % guten Ergebnissen etwa die gleichen Operationsresultate, wie die Sympathektomie, die bei der gleichen Krankheit 58,8 % gute Ergebnisse zeitigt. Vorwiegend führten diese Autoren die Arterienresektion bei der Arteriosklerose durch, da hier die Thrombosen besser lokalisiert sind als bei der Endangiitis und bei alten Leuten dieser Eingriff schonender ist als die Grenzstrangresektion. Die Mortalität wird für die Arteriekтомie mit 1,4 % angegeben.

In der Folgezeit konnte über so "günstige" Ergebnisse

nicht mehr berichtet werden.

F u c h s i g (zit. 77) beobachtete nach Arteriekтомien in 19 Fällen zunächst 10 Besserungen, 7 Versager und 2 Todesfälle. Das sind 47,3 % unmittelbare Mißerfolge. Im Verlaufe einer Nachuntersuchung ergibt sich dabei jedoch, daß 5 - 7 Jahre nach der Operation 9 Kranke später noch amputiert werden mußten, 8 als geheilt betrachtet werden konnten. Als endgültiges Resultat sind demnach 57,9 % Mißerfolge, 42,1 % gute Ergebnisse zu verzeichnen. An anderer Stelle betont F u c h s i g (32) jedoch, daß mit der Arterienresektion Dauerheilungen nicht zu erzielen sind.

Im vergangenen Jahrzehnt wurde die Arterienresektion von zahlreichen Autoren abgelehnt. Darunter von B l o c k (10), R a p p e r t (95), M a n d l (77), W a n k e (128), J u d m a i e r (51), C o h e n (16) und K o h l m a y e r (57), mit starker Zurückhaltung begegnen ihr H o f f m a n n , H e n r o t i n und C o r n i l (47).

B l o c k (zit. 77) mußte 10 mal nach 12 Arteriekтомien eine Amputation vornehmen.

Auch eine vorausgegangene Sympathektomie vermag die Mißerfolge der Arterienresektion nicht einzuschränken. Die Arteriekтомie selbst ist mit einer hohen Amputationsquote postoperativ belastet. B l o c k (10) sah deshalb von einer weiteren Anwendung dieses Verfahrens ab, nicht allein der enttäuschenden Resultate wegen, sondern auch, weil er die anatomischen Grundlagen für unvollkommen erachtet.

R a p p e r t (95) verzeichnete in 15 Fällen, in denen er die Arterienresektion meist in Verbindung mit der lumbalen Sympathektomie ausführte, folgende Resultate: Oberschenkelamputation 2 mal, Unterschenkelamputation in 4 Fällen. Dagegen jedoch 9 erfolgreiche Fälle (= 60 %). In 3 Arteriosklerosefällen, die nur arteriekтомiert worden waren, kam es schließlich in jedem Falle zur Oberschenkelamputation.

H e r g e t (zit. 77) beobachtete regelmäßig während bzw. nach der Arterienresektion bis zu 24 Stunden dauernde

Verschlechterung der Durchblutung im Bereich des betreffenden Gefäßabschnittes. Von 12 operierten Fällen waren nur 4 vorübergehend gebessert, 5 verschlechtert, 3 hinsichtlich der Durchblutung unverändert und 4 mußten nachamputiert werden. Bei 4 weiteren erfolglos sympathektomierten Patienten blieb auch die Arterienresektion ohne Erfolg.

O t t o (86) führte nur in einem Fall bei Endangiitis obliterans die Arteriekтомie der A. poplitea plus lumbale Grenzstrangresektion aus, ohne damit jedoch eine fortgeschrittene Gangrän aufhalten zu können. Die Amputation wurde unvermeidlich. Auch bei schwerer Sklerose der A. femoral. konnte er nach Arteriekтомien in 5 Fällen nach anfänglicher Besserung nur einen anhaltenden Erfolg verzeichnen. Bei allen anderen Patienten schritt die Gangrän fort und in 3 Fällen mußte ein Bein amputiert werden.

R o s o l l e c k (104) sah nach 6 Arterienresektionen nur in 2 Fällen einen teilweisen bzw. vorübergehenden Erfolg.

M a n d l (77), der diesen Eingriff in 4 Fällen peripherer Sklerose vornahm, konnte keinen einzigen Erfolg verzeichnen. Da auch ihm die Grundlagen dieses Verfahrens zweifelhaft erscheinen, gab er es in der Folgezeit auf.

Nach Möglichkeit kombiniert J u d m a i e r (51) die Arterienresektion mit der lumbalen Sympathektomie und wendet die Arteriekтомie nur an, wenn ein anderes Verfahren nicht möglich ist. Nach O t t o (86) und R i e d e r (102) ergeben aber sowohl Grenzstrangresektion allein, als auch kombinierte Behandlung die gleichen Resultate.

Über die unvollständige Ausschaltung efferenter sympathischer Impulse zum Hauptgefäß und zu den Kollateralen durch die Arteriekтомie allein können keine Zweifel bestehen. Im Großteil der Fälle handelt es sich um generalisierte Gefäßprozesse, wobei sich der Entzündungsvorgang im gesamten Gefäßrohr abspielt, auch wenn angiographisch noch keine Obliterationserscheinungen sichtbar werden. In jedem Falle kommt es zu einer Beeinflussung aller Rezeptoren im betroffenen Gefäßsystem, welche mit dem operativen Eingriff nicht er-

faßt werden, die die spastische Drosselung der Kollateralen aufrechterhalten.

Die Vasomotorenreaktionen erstrecken sich sogar auch auf die kontralaterale Seite: B e r n h a r d (11) konnte nach Resektion einer völlig thrombosierten rechten A. femoral. bei schweren Durchblutungsstörungen beider Beine schlagartig eine gute Durchblutung links beobachten, die sich erst später auf der rechten Seite zeigte. Der Autor wertet dieses Phänomen als Zeichen einer kontralateralen vegetativen Gefäßinnervation und konsensuellen Reaktion der Femoralarterien. Daraus ergibt sich die Forderung nach doppelseitiger Arterienresektion, um den Reizort im scheinbar gesunden Gefäß für eine neuerliche kontralaterale Vasokonstriktion zu beseitigen.

In der Tat stützen die arteriographischen Befunde an beiden Aa. femoral. bei Gefäßkranken (W a n k e , 128) die Forderung nach doppelseitiger Arterienresektion, wie aus nachstehender Tabelle schlüssig hervorgeht. Diese Untersuchung zeigt, daß bei der Doppelseitigkeit pathologischer Befunde in 94 % der Fälle eine einseitige Arteriektomie ungünstige Resultate zeitigen muß.

Einseitige Beschwerden dürfen also nicht zum einseitigen operativen Vorgehen verleiten.

Tabelle 3

Arteriographische Befunde an den Aa. femoral. bei Gefäßkranken nach W a n k e .

Doppelseitige Obliteration	50 %
Doppelseitige Wandveränderung	17 %
Oblit. einer Seite Wandverändg. d. and.	27 %
eine Seite normal and. Seite oblit.	6 %

Der regelmäßige Befall beider Seiten (94 %) sowie die beidseitige Obliteration in 50 % der Fälle muß nicht immer doppelseitige Beschwerden zur Folge haben. Die Claudicatio intermittens tritt erst nach Versagen des Kollateralkreislaufes in Erscheinung.

Mißerfolge der Arterienresektion müssen also einmal der konsensuellen Reaktion beider Femoralarterien zugeschrieben werden, zum anderen der Tatsache, daß auch die häufig mit den erkrankten Arterien verwachsenen Venen vasokonstriktorische Fasern führen und nach der Arteriekтомie einen sympathischen Reizzustand aufrechterhalten können. Deshalb fordert S u n d e r - P l a s s m a n n (119) zugleich auch die Resektion der einer erkrankten Arterie benachbarten Vene.

Operationsstatistiken derart ausgedehnter Eingriffe liegen in der bearbeiteten Literatur nicht vor.

C o h e n (16) bezweifelt die von einer erkrankten Arterie ausgehenden reflektorischen Gefäßspasmen und lehnt deshalb die Arterienresektion in Verbindung mit der Sympathektomie ab.

Entsprechend diesen Ausführungen verfügt die Arteriekтомie nicht über ausreichende anatomisch-physiologische Grundlagen. Bei organischen Arterienverschlüssen sind ihre Operationsergebnisse durchweg enttäuschend.

B. Eingriffe am Gefäßnervensystem.

1. Ergebnisse der periarteriellen Sympathektomie.

Die periarterielle Sympathektomie wurde erstmalig von J a b o u l a y (zit. 77) zur Verbesserung der Durchblutung einer Extremität bei Gangrän angegeben. Sie fand später besondere Anwendung beim M. Raynaud und bei der Endangiitis obliterans (M a n d l , 77).

Das Verfahren besteht in einer zylinderförmigen Abpräparierung der Adventitia. Damit wird eine Ausschaltung der

sympathischen Drosselung des Gefäßes beabsichtigt. Der Grundgedanke bestand in dem Ziel, innerhalb der Adventitia verlaufende lange Vasokonstriktorenbahnen zu unterbrechen, das Gefäß also im Bereich einer pathologisch veränderten Strecke jeglichen sympathischen Einflusses zu berauben. Diese Vorstellung erwies sich durch die Untersuchungen S t ö h r 's (116) über den syncytialen Aufbau der neurovegetativen Endausbreitung und der Gefäßinnervation als unrichtig, wonach eine "sympathische Entnervung" der Arterien durch die Resektion der Adventitia nur einen Bruchteil der Vasomotoren erfaßt, also hinsichtlich einer Änderung des Sympathikotonus unwirksam bleibt.

Selbst L e r i c h e und F o n t a i n e (64) wandten die periarterielle Sympathektomie ihrer enttäuschenden Ergebnisse wegen schon 1936 nur noch vereinzelt bei reiner Arteriosklerose an. Nach S u n d e r - P l a s s m a n n (119) ist sie aber gerade in diesem Falle kontraindiziert.

In der gesamten Literatur des letzten Jahrzehntes finden sich kaum Hinweise auf ihren therapeutischen Wert. M a n d l (77), der über ein beachtliches Krankengut in der Sympathikuschirurgie verfügt, führte sie in den Jahren von 1939 bis 1951 nur in 7 Fällen bei peripherer Sklerose durch und mußte 6 mal einen völligen Mißerfolg verzeichnen bei nur einem gebesserten Fall. Aus diesem Grunde hat er das Verfahren aufgegeben. Auch in einem Raynaudfall blieb sie völlig wirkungslos. Eine entschiedene Ablehnung erfuhr sie durch R ä p p e r t (96), der diese Methode beim M. Raynaud und allen organischen Gefäßschäden als völlig zwecklos bezeichnet, da sie durch den Zeitverlust dem Patienten schweren Schaden bringen könnte. Auch nach B l o c k (10) hat sie in der Behandlung peripherer Gefäßerkrankungen völlig versagt. Er beobachtete nach Ablösung der Adventitia einen 7 bis 15 Stunden anhaltenden Dauerspasmus der Gefäßwand, welcher die Durchblutung der abhängigen Gewebspartien so drosselte, daß eine akute Gewebsanoxie mit Gangrän zu befürchten war. Mit der Entfernung der Adventitia wird ferner eine Disposi-

tion für später auftretende Aneurysmen und Gefäßrupturen geschaffen. Teilerfolge deutet B l o c k als "kurzfristige Unterbrechungen vegetativer Reflexe". Aus ähnlichen Gründen lehnt er die perineurale Sympathektomie ab. Auch von der Resektion peripherer Nerven, z.B. des N. ulnaris, zur Rekanalisierung der spastisch verschlossenen Strombahn ist nichts zu erwarten, da innerhalb dieser Nerven nur ein ganz geringer Teil der vasomotorischen Fasern verläuft.

J u d m a i e r (51), W e r t h e i m e r und G u i l l e t (zit. 77) und andere lehnen die periarterielle Sympathektomie ab. Sie gehört im wesentlichen der Vergangenheit an.

2. Die Sympathektomiebehandlung des M. Raynaud und des traumatischen Arteriospasmus.

Der chirurgischen Behandlung des M. Raynaud durch Eingriffe am Grenzstrang des Sympathikus liegt das Konzept von der gesteigerten Reizbarkeit des sympathischen Nervensystems zugrunde. Dabei wird die Unterbrechung zentral ausgelöster Vasomotorenimpulse durch die meistgeübte präganglionäre Sympathektomie (K l e i n s a s s e r , 54; F e l d e r und Mitarb., 25; M a n d l , 77 und anderen) vorgenommen, um dem peripheren Gefäßsystem seine Dilatationsfähigkeit wiederzugeben, die Schmerzattacken zu beseitigen und die befürchtete Adrenalinüberempfindlichkeit zu vermeiden. Nach M a n d l (77) liegt in der präganglionären Sympathektomie ein schwererer Eingriff als in der postganglionären, erstere zeigt dafür aber bessere Ergebnisse.

Allerdings ist die präganglionäre Sympathektomie mit einer hohen Rezidivquote belastet, weil mit dieser Methode nicht alle vasokonstriktorischen Fasern durchtrennt werden, wie S i m m o n s und S h e e h a n (111) nachgewiesen haben. Anaesthesiert man nach einem präganglionären Eingriff den N. ulnaris, so erfolgt noch immer ein Anstieg der Hauttemperatur.

S i m m o n s und S h e e h a n (110) sahen nach präganglionärer cervicothorakaler Sympathektomie Rückfälle früher auftreten als nach postganglionärer und beschreiben die klinischen Symptome bis zum Auftreten eines Rezidivs wie folgt:

Nach präganglionärer Sympathektomie: Nach 5 - 6 Tagen Hauttemperaturanstieg der Hand, diese bleibt erhöht, jedoch schon innerhalb von 2 - 3 Monaten stellt sich schnell ein vollständiges heftiges Rezidiv ein.

Nach postganglionärer cervicothorakaler Sympathektomie: Absinken der Hauttemperatur, diese bleibt erniedrigt. Frühestens nach 6 Monaten tritt das Rezidiv auf.

Ein echtes Raynaudrezidiv der Hände ist nach S i m m o n s und S h e e h a n (110) gekennzeichnet, 1. durch ein Intervall völliger Symptomlosigkeit bzw. durch einen bestimmten Grad der Befreiung von Schmerzattacken, 2. durch eine Schwellenerhöhung für den Schmerz und Spasmen auslösenden Reiz, verglichen mit der vor der Operation bestehenden Reizschwelle. Im Untersuchungsgut von F e l d e r und Mitarb. (24) klagten 35 % wegen M. Raynaud sympathektomierter Patienten über Frösteln schon bei geringer Abnahme der Umgebungstemperatur.

Charakteristisch für die Raynaudrezidive ist der Zeitpunkt der auftretenden alten Symptome, so daß S i m m o n s und S h e e h a n (111) zwei Gruppen unterscheiden: Frührezidive und Spätrezidive. Bei den Frührezidiven treten die alten Symptome innerhalb weniger Tage p. op. auf. F e l d e r und Mitarb. (24) suchen den Grund dafür in verbliebenen sympathischen Bahnen. Nach S i m m o n s und S h e e h a n ist als auslösender Faktor der Frührezidive der "local fault" der Fingergefäße maßgebend. In diesen Fällen überwiegt sein Einfluß auf die Reaktion der Arterien den durch die Sympathektomie erzielten Nutzen.

Spätrezidive treten erst nach mehreren Monaten auf und werden auf Nervenregeneration zurückgeführt.

Die einen Rückfall auslösenden Noxen können in nervösen

Impulsen, hormonalen Substanzen, Veränderungen des Blutchemismus, sowie im Gewebe freigesetzten chemischen Stoffen bestehen (G o e t z , 35).

Um die Rezidivquote möglichst gering zu halten, wurde eine vollständige Denervierung durch die postganglionäre Sympathektomie angestrebt, man mußte jedoch dafür eine erhöhte Empfindlichkeit gegen Kälteeinwirkung sowie die Sensibilisierung gegenüber Adrenalin riskieren. In der Tat scheint jedoch keine Art des operativen Vorgehens die Mißerfolgsquote bei dieser Krankheit unter 50 % zu senken (S u n d e r - P l a s s m a n n und Mitarb., 121). Einer Veröffentlichung K l e i n s a s s e r 's (54) zufolge wurden an der Majo-Klinik in der chirurgischen Behandlung des M. Raynaud nur unbefriedigende Ergebnisse erzielt: Anhaltende vollständige Besserung nur in 15 %, guter aber nicht vollständiger Erfolg in 50 %. Bei den restlichen 35 % wurde entweder gar keine oder nur eine über wenige Monate anhaltende Besserung verzeichnet.

F e l d e r und Mitarb. (24) teilen Dauerergebnisse der Sympathektomie bei M. Raynaud der oberen und unteren Extremitäten mit: 38 Patienten (insgesamt 75 Extremitäten) wurden mit einer Ausnahme bilateral thorakal sympathektomiert. Während einer Beobachtungszeit von 6 Monaten bis 20 Jahren betrug die Quote klinischer Rezidive 64 %. Rückkehr der Vasomotorenaktivität wurde in 60 % beobachtet, Rückkehr der Schweißsekretion in 61 % und Rückkehr von Vasomotorenaktivität plus Schweißsekretion in 48 %. Die Mehrzahl der Rezidive trat dabei innerhalb von 2 - 5 Jahren auf.

Die Resultate der Operation an der unteren Extremität lagen günstiger. Von 36 Extremitäten ergaben nur 25 % ein klinisches Rezidiv. Rückkehr von sudo- und vasomotorischer Aktivität in 10 %. Dieselben Autoren halten die chirurgische Behandlung nur bei präganglionärem Verfahren für erfolgversprechend.

Während S u n d e r - P l a s s m a n n (119) nach beidseitiger Stellektomie bei einem besonders schweren, über

10 Jahre nachbeobachteten Raynaudfall ein ausgezeichnetes Resultat erhielt, haben W e r t h e i m e r und G u i l - l e t (zit. 77) mit der Stellektomie ungünstige Erfahrungen gemacht. Sie wurde an 20 Frauen und 15 Männern durchgeführt. 70 % der Fälle hatten Ulcerationen der oberen Extremitäten. Daneben fanden sich in 50 % vasomotorische Störungen der unteren Extremitäten. In keinem Fall konnte durch die Stellektomie eine echte Heilung erzielt werden. Sicherlich sind diese Mißerfolge teilweise dem fortgeschrittenen Krankheitsstadium zuzuschreiben, weshalb B l o c k (10) dem chirurgischen Eingriff in dieser Phase geringe Erfolgsaussichten gibt.

M a n d l (77) teilt vollständige Mißerfolge nach Stellektomie in 2 Raynaudfällen fortgeschrittenen Stadiums mit, während in drei weiteren die hohe thorakale präganglionäre Sympathektomie (Th 2 und Th 3) durchgeführt wurde und der Erfolg ausgezeichnet war. Fünf Raynaudfälle der unteren Extremitäten im Anfangsstadium (Verfärbung, Kältegefühl, Schmerz) ergaben nach dem präganglionären Vorgehen 4 gute Erfolge und eine Besserung. Sieben Fälle mit sklerodermischen Veränderungen der oberen Extremitäten zeigten nach der präganglionären Sympathektomie ein sehr gutes Ergebnis 3 mal, gutes Ergebnis 2 mal, völligen Versager 2 mal. Die günstige Beeinflussung der Vasospasmen im Bereich der unteren Extremität - von F e l d e r und Mitarb. (25) wird die Zahl der Rezidive mit "nur" 25 % angegeben - durch den vorwiegend präganglionären Eingriff liegt in besonderer Reaktionsweise der Zehengefäße begründet. Nach S i m m o n s und S h e e h a n (110) reagieren die Gefäße der Finger heftiger auf bestimmte Noxen als die der Zehen. Der Reiz, der an der oberen Extremität einen Raynaudanfall auslöst, bleibt für die Zehengefäße unerschwellig. W h i t e (134) schuldigt neben der wiederkehrenden sympathischen Aktivität als Ursache wiederkehrender Durchblutungsstörungen an der oberen Extremität die aufrechte Körperhaltung an, die im Arm einen höheren vasculären Tonus bedingt als im

Bein.

Die Ergebnisse von 38 Ganglionektomien und 20 präganglionären Sympathektomien beim Raynaud'schen Formenkreis (mitgeteilt von S i m m o n s und S h e e h a n , III) sind aus Tabelle 4 und 5 ersichtlich.

Tabelle 4
(Ganglionektomien)

Krankheit	unvollst. Operation	Früh- rezid.	Spät- rezid.	kein Rezid.	unbek.	Gesamt
Acrocyanose	1	-	4	2	-	7
Raynaud	2	1	10	2	1	16
Raynaud m. Sklerose	1	4	5	-	-	10
Sklerodermie	-	4	1	-	-	5
Gesamt	4 = 10 %	9 = 24 %	20 = 53 %	4 = 10 %	1 = 3 %	38

Tabelle 5
(präganglionäre Sympathektomien)

Krankheit	unvollst. Operation	Früh- rezid.	Spät- rezid.	kein Rezid.	unbek.	Gesamt
Acrocya- nose	1	-	4	-	-	5
Raynaud	-	1	8	7	-	16
Raynaud m. Sklerose	-	3	5	-	-	8
Sklero- dermie	-	-	-	-	-	-
Gesamt	1 = 3 %	4 = 14 %	17 = 59 %	7 = 24 %	-	29

Beim Vergleich beider Tabellen zeigt sich, daß die Zahl der Spätrezidive bei prä- und postganglionärer Sympathektomie mit 59 % bzw. 53 % sowie die Gesamtzahl aller Rezidive mit 73 % bzw. 77 % annähernd gleich bleibt. S i m m o n s und S h e e h a n (111) geben dem präganglionären Verfahren deshalb den Vorzug, weil es den Verlauf eines Rezidivs abzuschwächen, sowie das lästige Horner'sche Syndrom zu vermeiden vermag.

W h i t e (133) fordert wegen der unbefriedigenden Operationsergebnisse nach Resektion von Th 1 und Th 2 auch die Resektion des Ganglion stellatum zur vollständigen sympathischen Denervierung des Armes. Jedoch bleibt diese bei Fällen mit lange bestehender Ulceration und sklerodermatischen Veränderungen erfolglos, was mit der Theorie von L e w i s (68), wonach dem M. Raynaud ein vasculärer Schaden zugrunde liegt, der durch eine Sympathektomie nicht beeinflußt wird, hinreichend erklärt werden kann.

In der Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Sympathekto-

mie bei M. Raynaud in einer Sammelstatistik nach M a n d l (77) veranschaulicht.

Tabelle 6

Autor	Fälle	Resultat			Mißerfolge in %
		gut	mittel	schlecht	
Adson und Brown 1929	4	2	-	2	50
White und Smithwick 1941	93 ⁺⁾	65 ⁺⁾	23 ⁺⁾	5 ⁺⁾	30,1
Telford 1944	37	16	8	13	56,7
Wertheimer und Guillet 1949	35	-	-	35	100
Kinmonth 1949	73	52	8	13	28,7
Felder und Mitarb. 1949	75 ⁺⁾	-	-	-	64
Mandl 1953	17	12	1	4	29,4

+) bezieht sich auf die Zahl der Extremitäten.

Diese Übersicht vermittelt nur eine grobe Vorstellung von den Sympathektomieergebnissen bei M. Raynaud. Es wurden darin nicht berücksichtigt: prä- und postganglionäre Sympathektomie, postoperative Beobachtungszeit, einheitliche Ausgangsposition im Stadium der Erkrankung zur Zeit der Operation sowie die Trennung in Ergebnisse der unteren und oberen Extremität. Ferner müssen Unterschiede in der Beurteilung der Operationsresultate angenommen werden.

Vollständige Besserung oder Dauerheilungen des M. Raynaud werden in der palliativ-chirurgischen Behandlung nur zu einem geringen Prozentsatz beobachtet. Nach L e a r - m o n t h (67) ist der Erfolg der Sympathektomie bei Vasospasmen und M. Raynaud nicht sehr ausgesprochen, dafür jedoch anhaltend.

Bei traumatisch bedingten Arterienverletzungen erfolgt eine reflektorische Drosselung der Kollateralgefäße, wie sie bei der arteriellen Embolie bekannt ist. Daraus entwickeln sich akute Durchblutungsstörungen mit besonderer Gangrängefahr. S m i t h (112) wies die nur geringe Wirksamkeit der Sympathektomie in 114 solcher Fälle während des letzten Krieges nach.

3. Die Sympathektomiebehandlung der Endangiitis obliterans.

Die Winiwarter-Bürgersche Erkrankung betrifft als Systemerkrankung arterielle und venöse Gefäße. Nach dem Ausmaß der obliterativen Veränderungen im arteriellen oder venösen Gebiet spricht man von Endarteriitis obliterans, Endangiitis obliterans bzw. Thrombangiitis obliterans. Tritt die Erkrankung in generalisierter Form auf, so ist sie hinsichtlich des schicksalmäßigen Verlaufes einem Karzinom gleichbedeutend. In diesem Stadium läßt sich mit der Sympathikuschirurgie ein Fortschreiten des Leidens nicht verhindern (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119), bestenfalls eine Gefäßerweiterung der Kollateralen herbeiführen, das pathologisch-anatomische Intimasubstrat jedoch nicht verändern. Nach J u l i a n und S h a b a r t (52) wirkt die Sympathektomie beim M. Bürger selbst bei striktem Nikotinverbot nur im Sinne einer Verzögerung der Krankheit. Wo sie zu einem Stillstand führt, handelt es sich meist um die benigne Verlaufsform, während die maligne ein Aufhalten oder gar Heilung ausschließt. Die Mitteilung R i e d e r 's (102), wonach sich bei der Endangiitis obliterans mit der Sympathektomie in etwa 30 - 40 % Dauerheilungen erzielen lassen, kann

nur so verstanden werden, daß dabei die gutartige Verlaufsform günstig beeinflußt wurde.

In der Literatur finden sich vorwiegend Frühergebnisse der Sympathikuschirurgie bei Endangiitis obliterans. Einem genauen Vergleich der Operationsergebnisse verschiedener Autoren untereinander stehen folgende Fehlerquellen im Wege: 1. unterschiedlicher Zeitpunkt im Stadium der Erkrankung, in dem operiert wurde, 2. unterschiedliche Beurteilung von Erfolg und Versager, 3. unterschiedlicher Zeitraum in der postoperativen Nachbeobachtung.

Ist das Gefäßlumen auf dem Boden der Intimawucherung bereits thrombotisch verschlossen und imponieren klinisch heftiger Ruheschmerz, Ulcera mit schlechter Heilungstendenz oder Gangrän der Zehen, so wird die Sympathikuschirurgie in diesem fortgeschrittenen Stadium wenig oder nichts leisten. So betont K ö v e s (56), daß von der Ganglionektomie nur bei wenig fortgeschrittenen Gefäßveränderungen - in etwa 20 % der Fälle - Erfolge zu erwarten seien.

M a n d l (77) teilt die Operationsergebnisse entsprechend den 3 bereits erwähnten Stadien dieser Erkrankung wie folgt mit: Für die chirurgische Behandlung kommen vorwiegend Stadium 2 und 3 in Betracht, während in Stadium 1 interne und chirurgische Therapie gleichrangiges leisten.

Einer Mitteilung von C a m p b e l l und Mitarb. (13) zufolge, wurden 38 Fälle - nicht in allen konnte die Diagnose Endangiitis obliterans gesichert werden - sympathektomiert: 14 erfolgreich, 13 befriedigend, 11 schlecht. M a n d l (77) sympathektomierte 14 Fälle von Endangiitis obliterans im floriden Stadium tief lumbal und wenig ausgedehnt. Zusätzlich wurden dabei Adrenalektomien, Thyreoidektomien und Parathyreoidektomien durchgeführt: 9 blieben Versager, wobei 4 größere Amputationen ausgeführt werden mußten. Deshalb führt er stets die hohe lumbale bilaterale Grenzstrangresektion retroperitoneal durch.

Von der Sympathektomie im akuten Stadium der Erkrankung rät auch J u d m a i e r (51) ab.

In einer späteren Behandlungsserie (1940 - 1946) von 55 Endangiitikern wurden diese Erfahrungen weitgehend berücksichtigt. Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse bei einer Nachuntersuchungszeit von 1 - 5 Jahren nach der Operation.

Tabelle 7

(entnommen aus M a n d l , 77)

Stadium	I	II	III	gesamt
Fälle	21	14	20	55
völliger Stillstand der Erkrankung	14	4	9	27
deutliche Besserung	2	4	3	9
nicht gebessert	2	2	3	7
gestorben	-	1	2	3
große Amputation	-	1	3	4
unbekannt	3	2	-	5
Mißerfolge in v.H.	11,1	33,3	40	-

Aus Tabelle 7 ergibt sich, daß im Anfangsstadium der Erkrankung in über der Hälfte der Fälle ein völliger Stillstand des Gefäßprozesses erreicht werden kann. Die Mißerfolgsrate wird in Stadium II und III mit 33,3 % bzw. 40 % sprunghaft erhöht. Wenn also ein Sympathikuseingriff vorgenommen wird, dann ist er im Stadium I bei nur 11,1 % Mißerfolge gerechtfertigt.

Die unmittelbaren Operationsergebnisse von 11 Fällen (17 Extremitäten) schwerer Endangiitis obliterans sowie die Ergebnisse einer Nachuntersuchungszeit von 1 - 3 Jahren von M a n d l (77) werden in nachstehender Tabelle mitgeteilt.

Tabelle 8

Unmittelbares postop. Ergebn.	Extremit.	Nach 1 - 3 Jahren		
		sehr gut	gebessert	verschlecht.
sehr gut	8	2	4	2
gut	7	1	2	4
verschlechtert	2	-	-	2
gesamt	17	3	6	8

Während bei 15 Extremitäten dieser Behandlungsserie das unmittelbare Operationsergebnis günstig ausfiel, kam es nach 1 - 3 Jahren doch zu 6 (40 %) absoluten Mißerfolgen, bezogen auf die Gesamtzahl der 17 Extremitäten sogar zu 47 %. Eine Mitteilung über Früh- und Spätergebnisse der lumbalen Sympathektomie bei Endangiitiskranken einer Behandlungsserie liegt durch H e r g e t (43) vor. Dabei erstrecken sich die Beobachtungen über einen Zeitraum von 1 - 18 Jahren. Die Frühergebnisse umfassen die Befunde von 72 Fällen, wovon 32 mit Ulcera, Nekrosen oder Gangrän belastet waren. Diese reagierten hinsichtlich der Durchblutungsänderung ungünstig, so daß bei fast jedem dritten Patienten eine große Amputation durchgeführt werden mußte, wohingegen Frühfälle (keine Verfärbung der Finger und Zehen oder Gewebstod) günstiger reagierten.

In Tabelle 9 erfolgt eine Zusammenfassung der Früh- und Späteresultate aus dem Krankengut von H e r g e t (43).

Tabelle 9

	Zahl	Erfolg	Teilerfolg	Mißerfolg
Frühergebnis	72	40 (55,6 %)	12 (16,6 %)	20 (27,8 %)
Spätergebnis (1 - 18 J.)	55	23 (41,8 %)	8 (14,5 %)	24 (43,6 %)

Bei der Aufteilung der Spätergebnisse sind 12 Fälle mit großen Frühamputationen sowie die postoperativ Verstorbenen nicht mitgezählt.

Als Erfolg bezeichnet H e r g e t eine lokale Hyperaemie von mindestens 3⁰ nach der Sympathektomie im Vergleich zu der nichtoperierten Seite bzw. zum präoperativen Zustand. Teilerfolg heißt Besserung von Schmerzen, Claudicatio und Durchblutung sowie volle Arbeitsfähigkeit. Mißerfolg: Früh- und Spätamputation, weiter bestehende Schmerzen und schlechte Durchblutung.

Die Mißerfolgsquote von 43,6 % bei den Spätergebnissen gleicht annähernd der von M a n d l (77) mit 40 % angegebenen. Offensichtlich kommt es während der ersten drei Jahre nach der Operation zu den meisten Rezidiven. Halten die Dauererfolge über Jahre hinweg an, so drückt sich darin die Art der Endangiitis obliterans im benignen wie malignen Sinne aus.

Die primäre Operationsmortalität beträgt nach H e r g e t (43) 3 - 5 %. P ä s s l e r (88) gibt sie für die gesamte Sympathikuschirurgie mit 0 - 4 % an.

S c u p h a m (zit. 43) mußte von 58 % zunächst erfolgreich operierten Kranken nachträglich noch 89 % amputieren.

H o f f m a n n , H e n r o t i n und C o r n i l (47) kombinierten die lumbale Sympathektomie in der Behandlung der Endarteriitis obliterans mit anderen Eingriffen am sympathischen Nervensystem, konnten aber nur enttäuschende Resultate verzeichnen. Von 244 operierten Patienten wurden 205 nach-

untersucht. Beschwerdefrei zeigten sich davon 67 (32,2 %) Patienten, wenig gebessert waren 23 (11,2 %), verschlechtert 115 (56,1 %). In letzteren Fällen schritt das Leiden weiter fort und führte schließlich zur Amputation.

W a n k e (128) beziffert die Mißerfolgsquote nach lumbaler Grenzstrangresektion bei Endangiitis obliterans mit 31,1 %.

Dabei wurde an 111 Fällen die Sympathektomie lumbal durchgeführt. Resultat: 20 Amputationen (18 %), davon 15 (13,5 %) große und 5 (4,5 %) kleine. Das Ergebnis der restlichen 91 Operationen hinsichtlich der Durchblutung und Beeinflussung der Schmerzen zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10

	gut	gebessert	unverändert
Durchblutung	68,5 %	16,2 %	15,3 %
Schmerzen	46,8 %	32,4 %	20,8 %

Enttäuschende Ergebnisse der lumbalen Sympathektomie bei Endangiitis obliterans teilt auch H a l l e n (39) mit. Von 19 Patienten mit Winiwarer-Bürgerscher Erkrankung benigner Form 15 lumbal sympathektomiert. Nur in 2 Fällen gelang eine günstige Beeinflussung der Claudicatio intermittens. Das ist ein Mißerfolg von 86,7 % bezüglich der Schmerzbefreiung. Bei 7 Patienten mußte amputiert werden.

J u l i a n und S h a b a r t (52) hingegen konnten die Claudicatio sowie den Ruheschmerz bei der Endangiitis obliterans mit der Sympathektomie jeweils zu 60 % günstig beeinflussen.

In einer kritischen Studie über den therapeutischen Wert der lumbalen Sympathektomie veröffentlichten N e l s o n und T r i m b l e (81) ihre Erfahrungen bei der

Endangiitis obliterans. Sieben Männer (13 Extremitäten) mit einem Durchschnittsalter von 43 Jahren konnten postoperativ nachbeobachtet werden. Durchschnittlich bestanden die Symptome der Endangiitis obliterans schon 4,5 Jahre. Tabelle 11 zeigt die präoperativen Beschwerden sowie deren postoperative Beeinflussung im Krankengut von Nelson und Trimble.

Nur 2 Patienten zeigten ein befriedigendes Ergebnis. Bei den restlichen blieb es völlig unbefriedigend, wobei unter diese Mißerfolge noch nicht die zahlreichen kleinen Zehenamputationen mitgerechnet wurden. Der größte Teil der Extremitäten, die amputiert werden mußten, wies Nekrosen auf.

Angesichts der hohen Quote von Versagern kann nach Nelson und Trimble (81) "selbst großer Enthusiasmus das Wagnis eines so unsicheren Unternehmens nicht rechtfertigen".

Tabelle 11

Präoperative Beschwerden	Extremitäten	
	Zahl	v.H.
Intermittierendes Hinken	8	61
Ruhschmerz	13	100
Gewebstod	6	46
<u>Postoperatives Ergebnis</u>		
Verbesserte Leistungsgrenze	1	12
Besserung des Ruhschmerzes	4	30
Heilung von Nekrosen	2	33
Amputationen x)	3	23

x) Unter Amputation werden nur größere (transmetatarsal und noch ausgedehntere) verstanden.

Auch P a o l u c c i d i V a l m a g g i o r e (90) schreibt der Sympathektomie nur eine temporär bessernde Wirkung bei Endangiitis obliterans zu; da in Spätfällen die Amputation doch unvermeidlich sei, lehnt er Eingriffe am sympathischen Nervensystem bei dieser Erkrankung entschieden ab.

4. Die Sympathektomiebehandlung der Arteriosklerose und ihrer diabetischen Form.

Bei der Behandlung der Arteriosklerose versucht die Sympathikuschirurgie ebenfalls die Beseitigung des vasospastischen Faktors zu erreichen. Ätiologisch spielen Vasospasmen für die Gefäßsklerosierung sicher keine Rolle. Diese stellen lediglich eine Antwort auf die Reizung sensibler Rezeptoren in der Gefäßwand durch die Einlagerung artfremder Substanzen dar. Auch die Arteriosklerose ist eine Systemerkrankung und befällt vorwiegend Frauen jenseits des 50. Lebensjahres und durchschnittlich kommen die Patienten mit etwa 60 Jahren zur Operation (W a n k e , 128). Damit erhöht sich das Operationsrisiko gegenüber dem bei Endangiitikern beträchtlich.

Über Frühergebnisse der Sympathektomiebehandlung von 63 Arteriosklerosefällen berichten C o l l e r und Mitarb. (17). Bei einem Durchschnittsalter von 58,2 Jahren hatten Schmerzen in der erkrankten Extremität 93,6 %, kalte Füße 71,4 %, Claudicatio intermittens 49,2 %, Ulcerationen 63,5 % und Gangrän 63,5 %; 33,3 % waren Diabetiker. Die lumbale Sympathektomie ergab dabei folgende Ergebnisse: 47,5 % der Patienten mit Schmerzen wurden geheilt, in 30 % trat Besserung ein; 71 % der Patienten mit symptomatischen kalten Füßen wurden beschwerdefrei; in 87 % gelang es, die Claudicatio intermittens etwas zu beeinflussen, jedoch nicht sie zu beheben; bei Ulcerationen wurde in 57,7 % ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt; in 30 % schritt die Gangrän weiter fort, zu 70 % konnte das Fortschreiten aufgehalten werden.

G e r b e r , M c C u n e und E a s t m a n (33) er-

zielten bei 19 lumbal sympathektomierten Arteriosklerotikern (Gewebsnekrosen an den unteren Extremitäten) und einer postoperativen Beobachtungsdauer von 1 - 38 Monaten in 14 Fällen (73,6 %) eine Besserung und Abheilung der Nekrosen. In 5 Fällen (26,4 %) mußte wegen Fortschreitens der Nekrosen amputiert werden.

1950 berichtet G e r b e r (34) erneut über Ergebnisse der lumbalen Ganglionektomie bei obliterierender Arteriosklerose mit Gangrän: bei 33 Patienten (58 % Frauen, 42 % Männer) mit einem Durchschnittsalter von 65 Jahren wurde in 33,3 % keine Besserung erzielt, so daß schließlich die Amputation unvermeidlich wurde, während 66,6 % als geheilt bezeichnet werden. Es muß allerdings bezweifelt werden, ob es sich hier um Dauerheilungen handelt, denn nach H e r g e t (43) gibt es weder bei Endangiitis obliterans noch bei Arteriosklerose Heilungen im engeren Sinne. Wo die Arteriosklerose bereits durch Gangrän kompliziert ist, darf man nach C a s t e x und d i C i o (15) von Sympathikuseingriffen nichts erwarten. In 200 solcher Fälle haben sie mit der Sympathektomie nur negative Ergebnisse erzielt.

M a n d l (77) erzielte mit der lumbalen Sympathektomie bei peripherer Sklerose an 59 Patienten (69 Extremitäten): völlige Beschwerdefreiheit in 19 Extremitäten (28 %), Abheilung von Geschwüren und Gangrän in 15 Extremitäten (22 %), Besserung des Zustandes in 21 Extremitäten (30 %), Mißerfolge in 14 Extremitäten (20 %). Operationsmortalität 2,9 %.

Von diesen 59 sympathektomierten Patienten wurden 1 - 5 Jahre nach der Operation 45 (= 53 Extremitäten) nachuntersucht. 7 waren indessen verstorben, weitere 7 konnten wegen einer zu kurzen Nachuntersuchungszeit nicht berücksichtigt werden.

Die Nachuntersuchungsergebnisse an 53 Extremitäten im Vergleich zu den Frühresultaten der gleichen Behandlungsserie werden in Tabelle 12 zusammengefaßt.

Tabelle 12

(zusammengestellt nach Ergebnissen von M a n d l (77))

Frühergebnis		Spätergebnis			
Fälle		weiterhin sehr gut	gut	unverändert gegenüb.d.präoperat.Zustandes	verschlechtert
sehr gut	28	19	4	-	5
gut	15	2	4	1	8
unveränd.	7	-	-	2	5
verschl.	3	-	-	-	3
gesamt	53	21	8	3	21
		(39,6 %)	(15,1 %)	(5,7 %)	(39,6 %)

Als Spätergebnis bleiben von 53 Extremitäten gegenüber dem Frühergebnis 19 weiterhin völlig beschwerdefrei, 10 noch immer gebessert gegenüber dem Zustand vor der Operation. In 54,7 % blieb die Sympathektomie nach 1 - 5 Jahren weiterhin ein Erfolg. Während sich die Mißerfolgsquote der Spätresultate auf 45,3 % beläuft. Hierbei ist die primäre Operationsmortalität nicht eingerechnet. Im Verlaufe von 1 - 5 Jahren erhöht sich die primäre Mißerfolgsrate von 20 % um mehr als das doppelte!

Eine vergleichsweise Betrachtung der Früh- und Spätergebnisse nach Grenzstrangresektion bei Arteriosklerose des Operationsmaterials von H e r g e t (43) bei einer Nachuntersuchungszeit von 1 - 12 Jahren liefert ganz ähnliche Zahlen, wie aus Tabelle 13 zu entnehmen ist.

Tabelle 13
(nach H e r g e t (43))

Zahl	Frühergebnisse			Zahl	Spätergebnisse		
	Erfolg Teilerf. Mißerf.				Erfolg Teilerf. Mißerf.		
65	36	6	23	47	15	11	21
	(55,4%)	(9,2%)	(35,4%)		(31,9%)	(23,4%)	(44,7%)

Bei den Spätergebnissen sind postoperativ Verstorbene und 13 Frühamputationsfälle nicht berücksichtigt. Dieser Umstand hält die Zahl der Mißerfolge natürlich niedriger.

Meist werden in der Literatur Frühergebnisse nach Sympathektomien mitgeteilt. Sie geben jedoch nur bedingte Aufschlüsse über den Leistungsgrad der palliativ-chirurgischen Maßnahmen, wie auch aus dem Vergleich von Früh- und Spätergebnissen hervorgeht.

M a l a n und Mitarb. (74) führten die Ganglionektomie 77 mal an 63 Patienten mit obliterierender Arteriosklerose durch und hatten folgende Frühergebnisse zu verzeichnen: Befriedigend 66,6 % der Fälle, 20,7 % blieben unverändert, bei 2,6 % mußte amputiert werden. Schon im Verlaufe eines Jahres erhöhte sich die Zahl der Amputationen und zunächst befriedigende Resultate verschlechterten sich durch einen unaufhaltsamen Fortgang der Erkrankung.

O t t o (86) führte in 5 arteriographisch gesicherten Fällen mit Verschuß der A. femoral., die in 3 Fällen durch Ulcus und Gangrän kompliziert waren, die lumbale Sympathektomie durch, konnte aber nur 2 mal eine Besserung erzielen, 1 mal blieben die Schmerzen trotz guter Durchblutung bestehen, in 2 Fällen war die Amputation unvermeidlich.

Nach S m i t h , G u l l i c k s o n und C a m p b e l l (113) ist in der Tat bei sklerotischem oder thrombotischem Verschuß der A. femoral. oder poplitea mit Gangrän von der Sympathektomie nichts zu erwarten und die Amputation

der Extremität nicht zu umgehen. Schon eine lange Anamnese mit starken Schmerzen, Claudicatio intermittens sowie Ödeme werden als prognostisch ungünstig bezeichnet.

Die Gesamtergebnisse der Kieler Klinik (W a n k e , 128) umfassen die Frühresultate von 138 lumbal sympathektomierten Arteriosklerotikern. Danach mußte in 20 Fällen (14,5 %) eine Amputation vorgenommen werden, insgesamt 18 große (13 %) und 2 (1,5 %) kleine. Hinsichtlich der Durchblutung war das Ergebnis der restlichen 118 Operationen: gut in 68 %, gebessert wurden 20 %, unverändert blieben 12 %. Hinsichtlich der Schmerzen: gut in 40 %, gebessert in 39 %, unverändert in 21 %. Spätergebnisse fehlen.

J u l i a n und S h a b a r t (52) führen die lumbale Sympathektomie bei Arteriosklerose nur dann aus, wenn gleichzeitig oder kurz danach eine Amputation des primär veränderten Gebietes vorgenommen wird.

Häufig ist die Arteriosklerose durch einen Diabetes kompliziert und bildet dann im Stadium der Exulceration ein besonders schwer zu beeinflussendes Leiden. "Gänzlich abwegig ist es, wenn bei diabetischer Gangrän des halben Fußes oder gar eines Teiles des Unterschenkels, die ja fast immer auf arteriosklerotischer Grundlage sich entwickelt, noch eine Sympathikusoperation versucht wird" (B l o c k , 10).

Im Behandlungsgut von C o l l e r und Mitarb. (17) betrafen 5 postoperativ beobachtete Wundinfektionen in 4 Fällen Diabetiker.

Wie schwer tatsächlich die diabetische Arteriosklerose durch lumbale Grenzstrangresektion zu beeinflussen ist, geht aus einer Veröffentlichung von F r y m a r k und S u l l i v a n (31) hervor. Tabelle 14 zeigt den therapeutischen Effekt von 114 lumbalen Sympathektomien an 79 Patienten mit teilweise diabetisch-arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen. 25 (39 %) Patienten litten an Diabetes.

Tabelle 14

(Ergebnisse der lumbalen Sympathektomie an 79 Arteriosklerotikern)

Symptom	Fälle in %	gebessert bzw. behoben in % aller Fälle
Ruhe-schmerz	50	39
Kältegefühl der Füße	36	76
Claudic. intermit.	61	39
Ulcera	27	52
Gangrän	18	-

(68 % der mit Gangrän behafteten Patienten waren Diabetiker.)

Die Häufigkeitsverteilung von Gangrän sowie prä- und postoperativen Amputationen auf Arteriosklerotiker mit und ohne Diabetes (114 Extremitäten) ist aus Tabelle 15 ersichtlich.

Tabelle 15

(nach F r y m a r k und S u l l i v a n)

Art d. Erkr.	Extremität.	präop. Gangrän	präop. kl.Amp.	postop. kleine	Amputat. große
Arterioskl.	33	15	3	4	14
mit Diabetes	(29 %)	(46 %)	(10 %)	(12 %)	(42 %)
Arterioskl.	81	7	1	2	12
ohne Diabetes	(71 %)	(9 %)	(1 %)	(2 %)	(15 %)

Während die diabetische Arteriosklerose in fast der Hälfte der Fälle durch Gangrän kompliziert ist, weisen Arteriosklerotiker ohne Diabetes nur zu 9 % eine Gangrän auf. In dieser Operationsreihe wurden ferner 55 % der Extremitäten, bei denen eine diabetische Arteriosklerose vorlag, amputiert; 20 Patienten starben innerhalb von 31 Monaten nach dem Eingriff. Angesichts solcher Resultate muß die diabetische Arteriosklerose als Kontraindikation für einen Sympathikus-eingriff gelten.

Die Gesamtergebnisse dieser Operationsserie waren nach 2 Monaten: gut in 25,7 %, befriedigend in 35,8 %, schlecht in 38,5 %.

Yeager, Cowley und Curtis (136) haben mit der lumbalen Sympathektomie bei arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen ebenfalls sehr enttäuschende Erfahrungen gemacht. Ihr Behandlungsgut umfaßt 396 Patienten, darunter 81 (20,4 %) Diabetiker, 96 Kranke wurden doppelseitig operiert. Folgende Ergebnisse werden mitgeteilt: In 96 Fällen (24,5 %) war postoperativ die Amputation unvermeidlich und zwar: 55 mal am Ober- bzw. Unterschenkel (darunter fielen 39 Diabetiker), 42 mal am Fuß (18 Diabetiker). Bei einer Gesamtzahl von 81 Diabetikern und 57 Amputationen ist die lumbale Sympathektomie bei diabetischer Arteriosklerose mit einer postoperativen Amputationsquote von 70,3 % belastet!

Die Operationsmortalität (1 - 10 Tage p. op.) betrug 2,7 %. Die übrigen Resultate werden zu 40,2 % als dürftig, zu 60,8 % als zufriedenstellend bezeichnet. Nach Yeager und Mitarb. (136) ist die Sympathektomie besonders bei der von Gangrän und Amputation bedrohten Extremität indiziert. Entsprechend den Erfahrungen, die mit der Sympathikuschirurgie bei der Arteriosklerose gemacht wurden, darf aber gerade diese Indikationsstellung nicht akzeptiert werden.

Berry, Flotte und Collier (8) veröffentlichten ihre Erfahrungen mit der lumbalen Sympathektomie an 275 Arteriosklerotikern, bei denen 391 lumbale Sympathektomien durchgeführt wurden. Nur in 34 % ließen sich gute

Resultate erzielen. Bei 107 Patienten wurden 119 Amputationen (38,9 %), meist supracondyläre, erforderlich. Innerhalb von 8 Jahren p. op. kamen 39 % der Patienten ad exitum; 74 % dieser Todesfälle müssen der generalisierten Arteriosklerose zur Last gelegt werden. Auch hier ergab sich eine besonders ungünstige Prognose für nekrotische Extremitäten. Patienten mit Nekrosen und Gangrän kamen 2 1/2 mal häufiger zur Amputation als solche ohne diese Komplikationen. Die Diabetiker dieser Operationsserie waren zu 82 % mit Gewebsnekrosen belastet. Liegt neben der Sklerose noch ein Diabetes vor, so erkranken nach B e r r y und Mitarb. (8) Frauen doppelt so häufig wie Männer! Ein Diabetes lag bei Männern in 23 %, bei Frauen in 77 % vor.

Bemerkenswert ist die größere Disposition der weißen Rasse für die Arteriosklerose. Im vorliegenden Krankengut erkrankten Weiße doppelt so häufig wie Neger.

Bei einer vergleichenden Gegenüberstellung von 33 lumbal Sympathektomierten mit 79 konservativ behandelten Fällen weit fortgeschrittener, zu 69 % mit Diabetes komplizierter Arteriosklerose, kommt O s t r o v e (85) zu der Auffassung, daß die lumbale Sympathektomie zwar nicht in der Lage sei, das Fortschreiten einer Gangrän aufzuhalten, die Ausdehnung einer Amputation aber unter das Kniegelenk begrenzen zu können. K i r s c h n e r (53) hingegen sammelte gegenteilige Erfahrungen und hält die Sympathektomie bei fortgeschrittener Gangrän und Infektion für kontraindiziert.

1956 veröffentlichten N e l s o n und T r i m b l e (81) eine kritische Studie über den therapeutischen Wert der lumbalen Sympathektomie bei Arteriosklerose mit und ohne Diabetes.

In der rein arteriosklerotischen Gruppe (63 Patienten bzw. 93 Extremitäten) lautete das Resultat: befriedigend bei 23 Patienten (37 %), unbefriedigend bei 37 Patienten (59 %), teilweise gebessert bei 3 Patienten (5 %).

Unter "teilweise gebessert" sind die Patienten angeführt, die lediglich in einer Extremität Linderung verspürten und

nicht als geheilt betrachtet werden können. 13 Extremitäten (14 %) mußten amputiert werden. In 64 % konnte die Claudicatio intermittens, in 45 % der Ruheschmerz nicht beeinflußt werden. Nur in 33 % kam es zur Abheilung von Gewebsnekrosen. Das Durchschnittsalter der Patienten in der arteriosklerotischen Gruppe betrug 60 Jahre.

Zur Klärung der Frage, ob in der diabetisch-arteriosklerotischen Gruppe eine Korrelation zwischen der Höhe des periphersten, eben noch fühlbaren Pulses und dem postoperativen Ergebnis besteht, wurden 75 Extremitäten einer entsprechenden Untersuchung unterzogen. Tatsächlich besteht hier ein direktes Verhältnis zwischen der Höhe des eben noch fühlbaren Pulses und der Zahl der Mißerfolge. Dies ist jedoch nicht der Fall bei rein arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen.

Für die diabetische Gruppe ergibt sich zu 50 % ein schlechtes Resultat bei eben noch fühlbarem Fußpuls, zu 89 % ein Mißerfolg, wenn gerade noch der Femoralispuls tastbar ist. Bei den reinen Arteriosklerosefällen mit gleicher klinischer Symptomatik wurden postoperativ rund 60 % Mißerfolge verzeichnet. In allen Fällen betrug die Beobachtungszeit mindestens 2 Jahre.

Auch die diabetische Arteriosklerose ist in der von Nelson und Trimble (81) mitgeteilten Operationsstatistik mit schlechten Ergebnissen belastet. Sie umfaßt 53 Patienten (80 Extremitäten). Das Durchschnittsalter betrug 57 Jahre, die Mortalitätsrate 4,2 %, dies entspricht etwa der Mortalität von 3 - 5 % bei lumbalen Grenzstrangresektionen (Fuchsig, 32; Hergert, 43).

Das endgültige Resultat bei der diabetisch-arteriosklerotischen Gruppe: befriedigend bei 12 Patienten (22 %), unbefriedigend bei 39 Patienten (74 %), teilweise gebessert bei 2 Patienten (4 %). 35 Extremitäten (38 %) mußten amputiert werden. Davon wiesen bei der ersten Untersuchung 24 Gewebsnekrosen auf. 75 % der Diabetiker, bei denen kleine Nekrosebezirke nicht abheilten, mußten innerhalb von 2 Jahren nach der Operation amputiert werden. In 76 % konnten die Claudica-

tio intermittens, in 73 % der Ruheschmerz nicht beeinflusst werden. In 20 % gelang die Abheilung von Nekrosen.

Im Vergleich zu den therapeutischen Ergebnissen der operativen Behandlung bei Arteriosklerose reduziert ein hinzukommender Diabetes die Erfolgsaussichten signifikant. Deshalb sollte zumindest in solch komplizierten Fällen das Wagnis eines so unsicheren palliativen Eingriffes, wie ihn die lumbale Sympathektomie darstellt, nicht mehr zur Anwendung gelangen.

Tabelle 16 stellt eine Sammelstatistik über die Häufigkeit des Diabetes bei Arteriosklerose im Krankengut 4 ausländischer Autoren dar.

Tabelle 16

Autoren	Coller u. Mitarb. (17)	Frymark u. Sullivan (31)	Ostrove (85)	Edwards u. Crane (22)
Häufigkeit der Diabe- tes bei Arterio- sklerose	33,3 %	39 %	69 %	27 %

Nach B e r r y und Mitarb. (8) ist besonders bei alten Diabetikern über 60 Jahre mit arteriosklerotischen Symptomen anderer Organsysteme, ferner bei bestehender Gangrän mit Schmerzen und negativem Popliteapuls sowie bei systolischer Druckerhöhung von der lumbalen Sympathektomie nichts zu erwarten. Eine palliative Operationsmethode, die bei Arteriosklerose 59 % Versager aufweist, bei diabetischer Arteriosklerose sogar 74 %, sollte im chirurgischen Therapieplan revidiert werden.

5. Die Sympathektomiebehandlung verschiedenartiger arterieller Gefäßschäden.

Nach Möglichkeit wird in dieser Arbeit die Leistungsfähigkeit der Palliativchirurgie je nach der Art der arteriellen Erkrankungen gesondert untersucht. Teilweise werden in der Literatur jedoch nur die Operationsresultate bei verschiedenartigen arteriellen Durchblutungsstörungen zusammengefaßt wiedergegeben. Hierunter fallen im allgemeinen sowohl organisch als auch funktionell bedingte vaskuläre Erkrankungen, also Durchblutungsstörungen mit niedrigem und hohem vaskulären Tonus. Bei ersteren aber ist nach C o l l e r und Mitarb. (17) die Sympathektomie geradezu kontraindiziert. Es handelt sich bei solchen Sammelstatistiken also nur um grobe Überblicke.

R o s o l l e c k (104) konnte mit der lumbalen Grenzstrangresektion bei 26 Fällen unterschiedlicher arterieller Gefäßerkrankungen lediglich zweimal einen vollen Erfolg verzeichnen. Fast die Hälfte aller behandelten Patienten verlor eine Extremität durch unbeeinflussbare Gangrän.

Ausgesprochene Frühergebnisse nach 40 lumbalen Ganglionektomien bei 34 Fällen chronisch obliterierender Arteriopathien (Arteriopathia juvenilis) liegen durch M a l a n und Mitarb. (74) vor. Danach wurde in 56 % ein befriedigendes Ergebnis erzielt, 27,5 % blieben unverändert, in 7,5 % resultierte ein völliger Mißerfolg mit anschließender Amputation. Im Verlauf eines Jahres erhöhte sich die Amputationsquote weiter.

Spätergebnisse nach einseitigen lumbalen Grenzstrangresektionen bei Endangiitis obliterans und Arteriosklerose wurden von H e i n t z e (42) mitgeteilt: von 21 Operierten (18 Fälle mit arteriellen Durchblutungsstörungen, 3 Fälle mit trophischen Störungen nach Nervenverletzung) mußten 7 (33,3 %) in einem Zeitraum von 4 Tagen bis 1 1/2 Jahren nach dem Eingriff an Unter- bzw. Oberschenkel nachamputiert werden. H e i n t z e glaubt, bei der Mehrzahl dieser

Patienten ein schnelleres Fortschreiten des Krankheitsprozesses durch den Eingriff bemerkt zu haben. Von den restlichen 14 nichtamputierten Patienten wiesen 9 (43 %) - darunter die drei mit den trophischen Störungen - Besserung der subjektiven Schmerzen, 4 (19 %) keine Besserung und 1 (4,7 %) eine Verschlechterung auf. Eine günstige Beeinflussung der Gehleistung gelang nur in 4 Fällen. Bei den Spätergebnissen konnte von echter Heilung bzw. vollständiger Beschwerdefreiheit nicht gesprochen werden. Ähnlich beurteilt R i e s s - n e r (103) seine Erfahrungen mit der Sympathikuschirurgie, der bei 132 Fällen organisch bedingter Durchblutungsschäden nur dann Erfolge sah, wenn keine Gangrän bestand, Dauererfolge über 2 bis 5 Jahre jedoch nur in ganz wenigen Fällen erzielte.

In J u d m a i e r 's (51) Statistik der Sympathektomien bei obliterierenden Arterienerkrankungen der letzten 5 Jahre zeigten von 138 Kranken 63 (46 %) eine wesentliche Besserung, 22 (16 %) wurden nur mäßig beeinflusst, 53 (38 %) konnten durch die Sympathektomie nicht gebessert werden. J u d m a i e r spricht trotzdem von guten Ergebnissen.

P a a b y und N o r i n g (87) haben mit der Palliativchirurgie bei arteriospastischen und degenerativen Erkrankungen keine wesentlichen Erfolge erzielt, das Endergebnis bestand fast immer im Verlust eines Gliedes. Auch S a p o - v a l o v (105) begegnet der Sympathektomie mit starker Zurückhaltung.

H o h f und Mitarb. (48) sowie L i n d s t r ö m (71) untersuchten die Frage, ob durch eine Änderung der operativen Methodik die periphere Zirkulation verbessert werden könne. Ein Vergleich der Operationsresultate nach tiefer thorakaler Sympathektomie (Th₁₂ - L₃) und hoher lumbaler (L₂ - L₃) zeigte dabei folgendes Resultat: Bei 29 nach der tiefen thorakalen Methode operierten Fällen konnte in 7 von 9 die Amputation unterhalb des Knies vorgenommen werden, während bei 31 lumbal Sympathektomierten diese nur in 1 von 8 Fällen unterhalb des Knies ausgeführt werden konnte.

Darin scheint der einzige Vorteil des tiefen thorakalen Eingriffs zu liegen.

L i n d s t r ö m machte die folgende Beobachtung: 14 Fälle (18 Extremitäten) waren ohne befriedigendes Ergebnis tief lumbal sympathektomiert worden. Diese wurden 6 Monate bis 6 Jahre nach dem ersten Eingriff mit dem Leriche-Verfahren reoperiert, wobei der Grenzstrang von L_3 bis in die Zwerchfellschenkel reseziert wird. Die Nachuntersuchung (1 - 3 Jahre p. op.) zeigte 9 mal deutliche Besserung, 7 blieben unbeeinflusst, in 2 Fällen konnte bei Vorherrschen der alten Beschwerden nur die Hauttemperatur erhöht werden. Damit war das Krankheitsbild durch die tiefe thorakolumbale Methode zu 50 % beeinflussbar.

6. Der Einfluß der Sympathektomie auf die Symptome peripherer arterieller Durchblutungsstörungen.

Der therapeutische Wert einer Hyperämieoperation steht und fällt mit dem Ausmaß der erreichten Vasodilatation der Hautgefäße. Die Sympathektomie jedoch erstreckt sich in ihrer Wirksamkeit im wesentlichen auf die Hautdurchblutung, wie S t e i n und Mitarb. (115), M a v o r (79), C o h e n (16), W i l k e n s und E i d e n a (zit. 115) und H o l m b e r g (49) nachweisen konnten. Nach L y n n und B a r c r o f t (73) beträgt die Durchblutungsgröße einer erkrankten unteren Extremität 3 Monate p. op. durchschnittlich noch immer das Doppelte des Ausgangswertes a. op. Die unmittelbare Hyperämie geht jedoch schon innerhalb weniger Tage zurück.

S t e i n und Mitarb. (115) haben mit dem Plethysmographen von Hewlett und van Zwaluwenberg die Durchblutungsgröße der Wade bei Endangiitikern zu verschiedenen Zeitabständen vor und nach Ausschaltung der sympathischen Ganglien von L_2 - L_3 bestimmt.

Dabei trat eine Hyperämie nur in den Hautbezirken des Beines ein, während der Durchströmungswert der Muskulatur

relativ unverändert blieb. Daraus ergibt sich die schlüssige Folgerung, daß die Gefäßpartien der Muskulatur durch eine Unterbrechung vegetativer Gefäßnerven nicht eröffnet werden. Diese erreicht man vielmehr durch dosierte Muskelarbeit und direkte Erwärmung der Extremität, was zur Freisetzung vasodilatierender Substanzen (Stoffwechselendprodukte) führt. Die Blutversorgung wird vornehmlich durch das lokale Stoffwechselbedürfnis des aktiven Gewebes bestimmt. Die Sympathektomie, ausgeführt zur Behebung der Muskelischämie, erscheint diesen Autoren als wertlos. In der Tat steigert die Sympathektomie die Muskeldurchblutung nur um $1/13$ des Mehrwertes der durch normale Belastung herbeigeführten Durchblutung (C o h e n , 16). Dieser geringe Hyperämieeffekt erklärt auch, weshalb bei arteriellen Gefäßleiden nach der Sympathektomie die Claudicatio intermittens nur geringfügig beeinflusst wird, das Gefühl der Kälte der Haut dagegen behoben werden kann (H o l m b e r g , 49).

Wertvoll ist die Sympathektomie zur Verbesserung der Hautzirkulation in den proximalen Extremitätenbereichen und zur Ausheilung prägangränöser Zustände, chronischer Ulcera, Hautmarmorierung, Hyperhidrosis und verschiedenartiger Schmerzzustände.

Auf das geringfügige Ansprechen der Claudicatio intermittens haben H e r g e t (43), E d w a r d s und C r a n e (22), L e a r m o n t h (67) sowie W a n k e (128) und C o h e n (16) hingewiesen. Sie ist als Ausdruck einer unzureichenden Sauerstoffzufuhr bei vermehrter Leistung aufzufassen. M a v o r (79) untersuchte in diesem Zusammenhang an 54 Patienten, bei denen Sitz und Ausdehnung des Gefäßverschlusses geklärt war, die Auswirkungen der lumbalen Sympathektomie speziell auf das intermittierende Hinken. Dabei konnten nur 16,7 % günstig beeinflusst werden, in 38,8 % wurde die Gehdistanz etwas verlängert, während in 44,4 % die Claudicatio postoperativ noch verschlimmert wurde. Nach dieser Mitteilung sind Gefäßwandprozesse der unteren Aortenabschnitte sowie der Beckenarterien durch die Sympathektomie kaum

beeinflußbar, wie schon im Zusammenhang mit der Arterienresektion beim Leriche-Syndrom bemerkt wurde. Alle Fälle zeigten einen postoperativen Temperaturanstieg um $6 - 13^{\circ}$ an der Haut der großen Zehe und dem Fußrücken der sympathektomierten Extremität. Offensichtlich besteht der Effekt des Eingriffs auch hier in der Eröffnung oberflächlicher Hautgefäße des Kollateralkreislaufes, während die Muskelischämie nur unwesentlich verbessert wird. Diese ist vorwiegend bedingt durch das Versagen des Kollateralkreislaufes. Wie W a n k e (128) gezeigt hat, besteht sie häufig nur an einer Extremität, während die andere pathologische Befunde aufweist.

Allgemein gilt die Ausdehnung des thrombosierten Abschnittes für ein Maß der Wirksamkeit des Kollateralkreislaufes. Sie hängt davon ab, in welcher Höhe die Kollateralgefäße wieder Anschluß an die Hauptarterie gewinnen und diese mit Blut auffüllen. Erwartungsgemäß müßte sich die Sympathektomie dann bei kurzen Thrombosen günstiger auswirken als bei langen. M a v o r (79) machte jedoch eine gegenteilige Beobachtung: von 13 Patienten mit kurzer Femoralisthrombose konnten nur zwei gebessert werden, 3 Patienten mit kurzer Popliteathrombose wurden nicht beeinflußt. In diesen Fällen mußte der Kollateralkreislauf mit erkrankt sein und vermochte nicht mehr zu reagieren.

Allein die Betrachtung der Muskeldurchblutung wird dem Problem der Claudicatio intermittens noch nicht gerecht. Nach W a n k e (128) wird in 68 % eine postoperative Verbesserung der Durchblutung, gemessen am Hautoscillographen, erzielt, wohingegen die Claudicatio intermittens nur zu 40 % bis 46 % trotz guter Durchblutung beseitigt wird. Auch J u l i a n und S h a b a r t (52) konnten die Claudicatio bei Arteriosklerotikern nur in 49 % verbessern, den Ruheschmerz jedoch in 72 % beheben. Bei Endangiitis obliterans wurden beide Symptome jeweils in 60 % gebessert.

Wie von manchen Autoren vermutet wird (D o d e n - H i l l e n b r a n d , zit. 128), vermögen bei Gefäßkrankheiten der veränderte Stoffwechsel der Muskulatur sowie un-

physiologische Stoffwechselendprodukte das Ausmaß der subjektiven Claudicatio zu bestimmen. Intermittierendes Hinken trotz guter Muskeldurchblutung soll mit der aus Amerika angegebenen, etwas heroischen Durchschneidung der Achillessehne zu beseitigen sein.

M a v o r (79) bezeichnet die Sympathektomie in Bezug auf die Verbesserung der Muskeldurchblutung als "Glück-Zufalls-Operation".

Schwere arterielle Durchblutungsstörungen sind in fortgeschrittenen Stadien durch unerträgliche anoxämische Ruheschmerzen gekennzeichnet. Wird hier noch eine Sympathikus-Operation versucht, dann häufig nicht nur einer Revaskularisierung wegen, sondern auch zur Beseitigung des Ruheschmerzes, entsprechend den Vorstellungen, daß die Schmerzrezeption spinaler Elemente dem regulierenden Einfluß afferenter sympathischer Fasern unterliegt.

Die Frage, ob dem Sympathikus selbst ein efferentes Leitungsvermögen für Schmerzreize zukommt, ist ungeklärt. Zwar fanden F ö r s t e r und G a g e l (zit. 127) noch lokalisierbare Schmerzempfindungen in den Extremitäten nach Unterbrechung der spinalen Leitungswege, jedoch rechnet F ö r s t e r die Schmerzrezeption in der Peripherie nicht zu den Leistungen des vegetativen Systems. In Fällen extraspinaler Schmerzrezeption wird von "ausnahmsweise gangbaren Nebenbahnen" gesprochen. Für den Menschen ist bisher jedenfalls keine nennenswerte zentripetale Leitung schmerzleitender Sympathikusfasern bewiesen. Auch die Sympathikuschirurgie gibt dafür keinen Anhalt.

Der Charakter der Schmerzempfindung kann durch Sympathikusausschaltung allerdings verändert werden, denn das Maß des vegetativen Erregungsniveaus macht sich auch auf spinalen Rezeptorenfeldern im Sinne einer erhöhten Sensibilisierung bemerkbar (V o ß s c h u l t e , 127 und S c h m i t t , 107). Die Sympathikusausschaltung setzt dann im zuständigen Gebiet die Erregbarkeit der motorischen sowie der sensiblen Reizschwelle herab (von B r ü c k e , M a g u ñ , A c h e l i s , zit. 107). Auch P e t t e (zit. 115) fand

bei einer Irritation im sympathischen System eine niedrigere Reizschwelle der spinalen Elemente.

Zweifelloos erklärt die Auffassung, wonach die Vasokonstriktion im Mechanismus der Schmerzentstehung die dominierende Rolle spielt, nicht mehr die Erfahrungen, die sich aus der Sympathektomie in der Behandlung des Anoxämieschmerzes ergeben. Denn in Spätfällen arterieller Durchblutungsstörungen mit Gangrän erreicht die Sympathektomie häufig keine meßbare Reaktion der Haut- und Kollateralgefäße mehr, der Vasospasmus bleibt unverändert, wohingegen der Ruheschmerz beseitigt ist. In diesen Fällen wird die Wirkungsweise der Sympathikuseingriffe nur auf der Basis der oben erwähnten funktionellen Verknüpfung sympathischer efferenter Nerven mit cerebrospinalen Fasern verständlich.

7. Die Ergebnisse operativer Eingriffe am Sympathikus und endokrinen Organen bei peripheren Durchblutungsstörungen.

Den Vorstellungen L e r i c h e 's (zit. 87), wonach dem M. Raynaud, der Arteriosklerose und der Endangiitis obliterans eine Hypertrophie des Nebennierenmarkes mit Hyperfunktion zugrunde liege, schlossen sich F o n t a i n e , K i m und K i e n y (28), P a a b y und N o r i n g (87), S a p o v a l o v (105), K u n l i n und W e r t h e i m e r (zit. 51) u.a. an, in dem Bestreben nach einer kausalen Therapie bei stenosierenden Gefäßprozessen. Dabei wird die Epinephrektomie mit Splanchnikotomie und häufig mit ein- oder doppelseitiger Grenzstrangresektion kombiniert. Nach Auffassung von S a p o v a l o v (105) liegen beispielsweise der Endangiitis obliterans Störungen sowohl des adrenalen als auch des vegetativen Systems zugrunde.

Dieser besonders einschneidenden chirurgischen Therapie fehlen jedoch experimentell gefundene eindeutige Grundlagen, auch unterscheiden sich die postoperativen Ergebnisse nicht signifikant von denen anderer Palliativoperationen.

F o n t a i n e und Mitarb. (28) verzeichnen mit der kombinierten Behandlung noch die günstigsten Ergebnisse. Bei einer Kombination von Nebennierenentfernung mit Sympathektomie ergaben sich bei 45 Kranken in 25 % Mißerfolge und in 75 % anscheinende Stabilisierung der Gefäßerkrankungen, während die Grenzstrangresektion allein bei 40 Patienten 47 % Mißerfolge erbrachte und nur in 53 % ein Stillstand der Erkrankung erzielt werden konnte. Allerdings betonen auch sie, daß durch so einschneidende Maßnahmen der Fortgang der Erkrankung nicht mit Sicherheit aufgehalten werden könne.

S a p o v a l o v (105) führt die einseitige Epinephrektomie mit doppelseitiger lumbaler Grenzstrangresektion nur durch, solange der Schmerzzustand einer Extremität durch Gefäßspasmen bedingt ist. Bei degenerativen Prozessen der Gefäßwand bleiben jedoch diese Eingriffe wirkungslos.

So hat auch M a n d l (77), der die Epinephrektomie und Splanchnikotomie meist in Verbindung mit einer Sympathektomie durchführte, von diesem Verfahren keine eindeutig besseren Resultate gegenüber den üblichen Sympathikus-Operationen festgestellt.

P a a b y und N o r i n g (87) unterzogen 11 Patienten mit fortgeschrittener Gefäßerkrankung einer Adrenomedulektomie, die in 2 Fällen von M. Raynaud sogar doppelseitig ausgeführt wurde. Acht Fälle wurden zusätzlich lumbal sympathektomiert. Die Eingriffe führten in 45,6 % zum Mißerfolg, in 18,1 % zu Teilerfolgen und in 36,3 % zu Besserungen.

W e r t h e i m e r und G a u t i e r (131) führten 21 Epinephrektomien meist mit Splanchnikus- und Sympathikus-Operationen bei obliterierenden Arterienerkrankungen aus. Davon konnten 13 nachuntersucht werden (1 bis 8 Jahre): 6 (45 %) gute Resultate (in einem Fall bis zu 8 Jahren anhaltend), 3 (25 %) Teilerfolge, 2 (15 %) Mißerfolge (Amputationen). Zwei Patienten starben an Myocardinfarkt bzw. chronischer Nebenniereninsuffizienz. Leider ergeben diese Resultate keinen zahlenmäßigen Aufschluß über den Wert der

Nebennierenentfernung allein.

Aus der Erkenntnis heraus, daß die Nebennierenexstirpation einer Seite durch vikariierende Übernahme der Funktion durch das zweite Organ relativ wirkungslos bleibt, andererseits aber die geringe Wirksamkeit zur "endokrinen Verstümmelung" in keinem Verhältnis steht, hat J u d m a i e r (55) diese Methode aufgegeben. In der Tat liegt in der doppelseitigen Adrenomedullectomie eine bedenkliche Unbekümmertheit dem endokrinen System gegenüber vor. Nach doppelseitiger Nebennierenentfernung kommt es zum Ausfall lebenswichtiger Hormone, der Mineralocorticosteroide (Aldosteron) und der Glucocorticosteroide (Cortison) und in der Folgezeit zu einem primären Hypocorticoidismus mit dem Erscheinungsbild des M. Addison (D e n n i g , 20).

Werden Diabetiker einer doppelseitigen Epinephrektomie unterzogen, so reagieren sie hinsichtlich der Adynamie und Hypotomie besonders heftig. Solche Patienten sind vor den bedrohlichen hormonellen Mangelzuständen nur durch eine ständige Substitutionstherapie mit NNR-Hormonen zu bewahren. Aus diesen Überlegungen und ferner aus der Tatsache, daß mit der Nebennierenentfernung die Progredienz arterieller Durchblutungsstörungen kaum verhindert wird, führt J u d m a i e r (51) als schonenderes Verfahren zur Dämpfung der Nebenniere bei Endangiitikern die doppelseitige endothorakale Splanchnikotomie durch. Er hofft, damit ebenfalls eine "Art kausaler Therapie" betreiben zu können. Das Verfahren wurde an 14 jugendlichen Endangiitikern ausgeführt. In der Nachbeobachtungszeit von jetzt 2 Jahren konnte in 13 Fällen eine Verschlechterung des Leidens bisher verhindert werden. In 1 Falle kam es durch Herzinfarkt zum letalen Ausgang.

Durch das Fehlen größerer Statistiken mit längeren Nachbeobachtungszeiten entzieht sich die Nebennierendämpfung in der Behandlung arterieller Durchblutungsstörungen einer gültigen Beurteilung.

Die Nebennierenentfernung jedoch vermag die Mißerfolgsquote in der chirurgischen Behandlung stenosierender Gefäß-

prozesse offensichtlich nicht eindeutig zu senken. Angesichts der gefährlichen Folgezustände bleibt ihr Wert zweifelhaft.

IV. Postoperative Komplikationen nach Eingriffen am sympathi- schen Nervensystem. =====

1. Abnorme Reaktionen an den arterio-venösen Anastomosen.

Eine von der Sympathektomie erwartete Hyperämisierung peripherer Gewebsbezirke verkehrt sich häufig zum gegenteiligen Effekt: einer rasch fortschreitenden Gewebsdystrophie mit dem Endbild der Gangrän. Dieser Prozeß hängt in großem Maße von der Reaktion der arterio-venösen Anastomosen auf eine Desympathisierung sowie von ihrer besonderen Beschaffenheit bei stenosierenden Gefäßerkrankungen ab. Nach P o p o f f (92) bestehen bei der Thrombangiitis obliterans abnorme arteriovenöse Anastomosen, die arterielles Blut rasch in den venösen Schenkel abführen. H a r p u d e r, S t e i n und B y e r (40) erweiterten diese Beobachtung durch Untersuchungen an Patienten mit verschiedenen fortgeschrittenen arteriellen Erkrankungsstadien. Hier ergab sich entsprechend dem Stenosierungsprozeß ein zugeordneter erhöhter O₂-Gehalt des Fußvenenblutes gegenüber dem Venenblut des Vorderarmes, so daß aus der Größe der O₂-Differenz auf die Schwere des Gefäßleidens geschlossen werden kann. S u n d e r - P l a s s m a n n (119) konnte solche arteriovenösen Verbindungen bei Verschuß der A. poplitea durch Endangiitis obliterans angiographisch darstellen. Diese öffnen sich stets dann, wenn der periphere Blutstrom stagniert. Das bedeutet für die Gewebstrophik einen Circulus vitiosus. Die Mangel-durchblutung des peripheren Gewebes wird durch die Eröffnung höher gelegener arteriovenöser Anastomosen dann noch vermin-

dert, indem der Abstrom des arteriellen Blutes ins venöse Gebiet erhöht wird. Es resultiert die Gangrän der abhängigen Partien.

E l k i n und Mitarb. (23) schreiben dem sogenannten Glomus neuromyoartericus, in der Wirkungsweise dem Glomus caroticus ähnlich, die Steuerung der Durchblutung im peripheren Anastomosengebiet zu. Damit ist ein regulatives Blutverteilersistem geschaffen, das in ökonomischer Weise einen erhöhten Energiebedarf bestimmter Gewebsbezirke durch entsprechende Blutverschiebung aus Depotgebieten vornimmt. Dieser Vorgang wird in sinnvoller Weise durch die arteriovenösen Kurzschlüsse ermöglicht. Entfällt der übergeordnete regulative Einfluß des Sympathikus, so werden weite Gewebsgebiete ihren Bedürfnissen entsprechend nicht mehr versorgt. Bleiben die arteriovenösen Anastomosen aber offen, so steigt die Hauttemperatur an, während zugleich der Energieumsatz in der Muskulatur durch Umgehung der nutritiven Kapillaren sinkt. Es resultiert die Gewebsnekrose. Durch sympathische Denervierung wird der Anteil der Anastomosendurchblutung an der Gesamtdurchblutung deutlich erhöht (S c h o e d e l , 108). Die sympathische Denervierung ist also durch zwei charakteristische Folgen gekennzeichnet: 1. durch den Fortfall der Regulationsmöglichkeit einer ökonomischen Blutverteilung und 2. durch eine dauernde Eröffnung arteriovenöser Kurzschlüsse.

2. Die paradoxe Gangrän.

Unter paradoxer Gangrän versteht man im allgemeinen einen Zustand akuter Gewebsanoxie im Anschluß an einen Sympathikuseingriff, bei dem innerhalb weniger Stunden bis Tage eine lokalisierte Gewebsnekrose entsteht, die dann zur raschen Amputation zwingt. Dieser Zustand wird in der Literatur vielfach beschrieben, jedoch differieren die Ansichten über seine Auslösung erheblich.

N e l s o n und T r i m b l e (81) halten die paradoxe Gangrän lediglich für das klinische Erscheinungsbild der fort-

schreitenden Grundkrankheit. Es fällt dabei die akute Mangel-durchblutung des Gewebes lediglich mit einem vorher unbemerkten Okklusionsschub zusammen.

Neben C o l l e r und Mitarb. (17), die 2 Fälle mit paradoxer Reaktion beobachteten, berichten auch F r e e - m a n , L e e d s und G a r d n e r (30) über 4 Patienten, aus deren Symptomatologie und operativem Ergebnis sich 3 Kontraindikationen für die lumbale Sympathektomie ergeben, die auch A t l a s (3) angibt: 1. ausgedehnte arterielle Okklusion, 2. plötzliches Abblassen der Extremität bei Hochheben (C a s t e x und d i C i o , 15), 3. Atrophie der Haut und des subkutanen Fettgewebes.

F r e e m a n und Mitarb. (30) rechnen die mitgeteilten Fälle zu der Gruppe arterieller Gefäßschäden mit niedrigem Gefäßtonus, bei denen ein Sympathikuseingriff besonders leicht zur Gangrän führen kann.

Neben dem Fehlen einer vasokonstriktorischen Komponente müssen für die Ausbildung der postoperativen Gefäßkrise mehrere andere Faktoren angeschuldigt werden:

1. Die Eröffnung arteriovenöser Verbindungen.

A t l a s (3) konnte bei drei Patienten nach lumbaler Sympathektomie zunächst einen Anstieg der Hauttemperatur verzeichnen. Es kam jedoch zur schnellen Gangränentwicklung, und in allen 3 Fällen wurde die Amputation erforderlich. Auch M a n d l (76) beobachtete 2 Fälle einer akuten Gefäßkrise nach lumbaler Ganglionektomie. H e r g e t (43) sah ebenfalls 3 Fälle einer paradoxen Gangrän.

D a x und B i r b i s (18) beobachteten 24 Stunden nach der Resektion des lumbalen Sympathikus und Splenchnikus bei einem 65-jährigen Arteriosklerotiker mit Gangrän der 5. Zehe links, zunächst deutliche Verstärkung des Wärmegefühls, dann rasche livide Verfärbung am rechten Bein und Marmorierung des rechten Oberschenkels. Die Amputation dieser Extremität war unvermeidlich und wird als Folge der Sympathektomie gewertet. Exitus am nächsten Tag. Iselin schuldigt

in der Diskussion eine reine Störung der arteriellen Dynamik als auslösende Ursache an.

2. Arterien und Venen reagieren nach sympathischer Denervierung gleichartig. Die Weitstellung der Venen ermöglicht dann ein erhöhtes Abflußvolumen aus der Extremität (B l o c k , 10).

3. Muskel- und Hautgefäße hingegen verhalten sich antagonistisch. Vor dem Auftreten einer paradoxen Gangrän läßt sich gewöhnlich eine postoperative hyperämische Phase beobachten, die von plötzlich einsetzender livider Verfärbung und dem akuten Gewebszerfall gefolgt ist. Nach L e w i s und L a n d i s (68) liegt dann der Gedanke nahe, daß z.B. beim M. Raynaud das Phänomen der Blässe nach einer Sympathektomie als Antwort auf die arterielle Dilatation im gleichen Hautbezirk zu werten ist. Der zunächst erhöhte Blutdurchfluß verringert dabei die Konzentration natürlich vorliegender gefäßerweiternder Substanzen.

Im Zusammenhang mit der postoperativen Sensibilisierung sympathischer Ganglien und ihrer Endorgane gegenüber Adrenalin sei auf eine weitere Entstehungsmöglichkeit der akuten Gefäßkrise hingewiesen.

4. Vergleichsweise Untersuchungen über Veränderungen in der Hauttemperatur sympathektomierter und nichtsympathektomierter Patienten während einer Äther- bzw. Spinalanästhesie führten F e l d e r , L i n t o n , T o d d und B a n k s (25) zu der Vermutung, daß die rasche postoperative Gangrän durch Hypersensibilität der Ganglien auf bestimmte Noxen, eben Äther und Adrenalin ausgelöst werden könnte. Das Absinken der Hauttemperatur - nach Äthernarkose ist es wesentlich stärker als nach Spinalanästhesie - wird als Folge der Äthernarkose und einer Anoxie in den Ganglien betrachtet. Auf die Gefahr der Manifestierung einer bisher nur drohenden Gangrän nach periarterieller Sympathektomie macht B l o c k (10) aufmerksam. Er beschreibt eine 7 bis 15 Stunden andauernde Verengung des Gefäßrohres nach Ablösung der Adventitia.

Diese Zeit genügt für die Ausbildung irreversibler Gewebeschäden.

5. K o n c z (58) diskutiert an Hand von 4 Fällen einen weiteren Entstehungsmodus der akuten Gefäßkrise. "Nach einer Sympathektomie erhöht sich der durch den Fortfall hemmender sympathischer Fasern bedingte Stoffwechsel, während das erkrankte Gefäßnetz nicht in der Lage ist, die Anpassung der Blutzufuhr an den vermehrten Bedarf zu gewährleisten". Die resultierende Stoffwechselinsuffizienz zeigt sich schließlich im Gewebsbrand.

P ä s s l e r (88) sieht in der paradoxen Reaktion die Folge einer oft erheblichen RR-Senkung, einer falschen Lagerung des Patienten oder aber eines einfachen Fortschreitens der Grundkrankheit im letzten Stadium.

3. Neuralgien und Sensibilitätsstörungen nach lumbalen Sympathektomien.

J e l i n e k und F r i t s c h (50), S u n d e r - P l a s s m a n n (119) u.a. beschreiben Neuralgien, die häufig einige Tage p. op. im Bereich des Oberschenkels auftreten, und zwar entsprechend dem Verlauf des N. cutaneus femoris lateralis und des Ram. femoralis des N. genitofemoralis. Beide Nerven leiten sich aus dem ersten und zweiten Lumbalsegment her. Nach J e l i n e k und F r i t s c h sowie R o s e n a u e r (zit. 50) sind die Neuralgien traumatischer Genese. Sie treten während der ersten 7 Tage p. op. auf, sind heftiger als der Claudikationsschmerz, verschwinden jedoch meist nach 2 Wochen (C o l l e r und Mitarb., 17).

Durch Zerrungen des Grenzstranges sowie bei der Präparation der Ganglien im Bereich von $L_1 - L_2$ können die genannten Nerven versehentlich verletzt werden. Deshalb schlagen J e l i n e k und F r i t s c h (50) die hohe Sympathektomie vor, da hier diese Nerven noch vom Muskelwulst des

M. psoas major bedeckt sind. Y e a g e r und Mitarb. (136) beobachteten Genitofemoralisneuralgien durch Manipulation an der Kreuzungsstelle des Nerven am M. psoas major. Die Häufigkeit dieser Neuralgien geben F o n t a i n e mit 10 - 15 %, P ä s s l e r mit 20 %, R o s e n a u e r mit 30 % (zit. 50), J e l l i n e k und F r i t s c h (50) mit 28,9 % nach der alten Technik der Resektion von L_1 und L_2 an. Die hohe lumbale Sympathektomie reduziert sie auf 8,3 %. Die Verringerung dieser Neuralgien um über 20 % allein durch Änderung der Technik und Vermeidung mechanischer Läsion der Spinalnerven erscheint für ihre traumatische Genese beweisend. P ä s s l e r (zit. 50) hält sie in Wirklichkeit für einen Gefäßschmerz, während S u n d e r - P l a s s - m a n n (119) annimmt, daß infolge "des plötzlichen Fortfalls der sympathischen Zusatzinnervierung im Bereich der spinalen sensiblen Endausbreitungen und auch der Nervenstämmе selber eine temporäre funktionelle Umstimmung zustande kommt, die vielleicht auf einer passageren Vit.- B_1 -Armut beruht". Durch entsprechende Vitamin- B_1 -Gaben ließen sich diese neuritischen Zustände gewöhnlich beheben, die nicht nur im Oberschenkelbereich nach lumbaler Sympathektomie, sondern auch nach Resektion des Ganglion stellatum am Arm unter dem Symptom einer Plexusneuritis auftreten können.

Auch Sensibilitätsstörungen uncharakteristischer Art werden beobachtet. H e r g e t (43) berichtet von 3 Fällen mit Paraesthesien im Versorgungsgebiet des N. ilioinguinal., die jedoch nach einiger Zeit verschwanden.

B l o c k (10) teilt einen Fall mit, bei dem die Sympathektomie ($L_2 - S_1$) eine so schwere Irritation des Nervensystems zur Folge hatte, daß Berührungsreize an bestimmten Stellen der Brust- und Bauchhaut sowie Druck zwischen Dornfortsatzreihe und linkem medialen Schulterblattrand schwerste Kausalgieschmerzen hervorriefen. In der vorliegenden Literatur wurde ein ähnlich extremer Fall nicht mehr berichtet.

4. Störungen von Muskeltrophik und Tonus.

Die funktionelle Verknüpfung efferenter sympathischer Fasern mit cerebros spinalen Nerven legt die Frage nahe, ob nach Sympathektomien eine Leistungsminderung spinaler Nerven besteht, die sich in Veränderungen von Muskeltonus und -trophik zeigt. Für das Schmerzgeschehen und die Sensibilität wurde die aktive Rolle des autonomen Nervensystems bereits diskutiert und anerkannt. Den Vorstellungen der Neuralpathologie entsprechend, unterliegen Tonus und Trophik dem direkten Einfluß des Sympathikus. Nach S c h m i t t (107) erfolgt dieser über die "Regelung der Durchblutungsgröße und durch direkten Kontakt der Zelle mit dem Terminalretikulum. Gleichzeitig gewinnt der Sympathikus durch Steuerung der Gewebstrophik einen Einfluß auf Zell- und Gewebstonus und dadurch auf Zell- und Gewebsleistung. Änderung des Erregungszustandes des Sympathikus bedeutet deshalb auch immer eine Änderung der Zell- und Organleistung".

In der Tat haben entsprechend gerichtete klinische Untersuchungen eine Leistungsminderung der quergestreiften Muskulatur nach Sympathektomien ergeben (V o ß s c h u l t e , 127; W e i d e m a n n , 129; P ä s s l e r , 88).

Unter 14 nachuntersuchten Sympathektomierten fand V o ß s c h u l t e (127) 4 mal einen deutlichen Tonusverlust der Muskulatur, die Patienten gaben Schweregefühl und rasche Ermüdbarkeit an. A l t e n b u r g e r (zit. 107) fand eine Abnahme der Zuckungshöhe der abhängigen Muskelpartien gegenüber denen der nichtsympathektomierten Seite. H a r t u n g (zit. 107) sah nach Stellektomie für 6 Monate zunächst Schwäche, dann deutlich meßbare Muskelatrophie. W e i d e m a n n (129) sah nach Sympathikusoperationen gehäufte Narbenbrüche. Diese Auswirkungen der sympathischen Denervierung erklären sich durch Befunde von d e B o e r s und R i e s s e r (zit. 107), wonach der plastische Tonus der Skelettmuskulatur sympathischer Fasern unterliegt.

Andere postoperative Komplikationen, die vorwiegend der

Reaktionsbereitschaft des vegetativen Nervensystems zuzuschreiben sind, bestehen im Verlust des Füllungszustandes der Blase, Nierendysfunktion und Perforationsneigung von Magenulcera (Weidemann, 129).

Nach ausgedehnten Sympathektomien muß mit weiteren vegetativen Regulationsstörungen gerechnet werden, die sich im Überwiegen des Vagustonus zeigen können (Torre und Villareal, 123).

5. Schädigung der Sexualfunktionen nach lumbalen Grenzstrangresektionen.

Die Ausfälle der Sexualfunktion bei Männern bilden besonders ernste Nebenerscheinungen der lumbalen Grenzstrangresektion. Sie betreffen in gleicher Weise die potentia generandi und coeundi, worauf Weidemann (129 und 130), Dressler (21), Bandmann (4 und 5), Kment (55), Pässler (88), Lindström (71), Yeager und Mitarb. (136), Judmayer (51) u.a. hingewiesen haben.

Dressler (21) sah bei 5 Patienten nach doppelseitiger Grenzstrangresektion ($L_2, 4$) völligen Potenzverlust. Ein Patient zeigte nach einseitiger lumbaler Sympathektomie und Entfernung der Nn. präsaerales bis S_2 Ausfall von Erektion und Ejakulation. Diese Störungen erklärt er durch den Tonusverlust derjenigen Anteile der Beckenmuskulatur, die an Erektion und Ejakulation beteiligt sind. Auch die vermehrte Hodendurchblutung nach Sympathektomien soll durch eine Temperatursteigerung im Genitalapparat die spermiabildenden Epithelien schädigen können.

Poppo und Lemmon (zit. 55) untersuchten 100 wegen essentieller Hypertonie beidseitig sympathektomisierte Patienten auf diese Ausfälle hin. Nur in 41 % der Fälle blieb die Ejakulation normal, nur in 65 % blieben Libido und Potenz erhalten. Im Krankengut Weidemann's (129) zeigten 25 % aller Sympathektomisierten Störungen der

Genitalfunktion!

Lea r m o n t h (67) sieht in der Sterilität, die immer nach doppelseitiger Resektion von L_1 und L_2 eintritt, ein so konstantes Zeichen, daß sich danach die Vollständigkeit der Operation überprüfen lasse! Die regressiven Hodenveränderungen und Funktionsausfälle bei sympathektomierten Endangiitikern können nicht allein auf die progressive Durchblutungsstörung des Hodens zurückgeführt werden. B a n d m a n n und S i e b e r (5) wiesen bei einem ad exitum gekommenen 18-jährigen Patienten, der wegen eines M^h-Hirschsprung 8 Jahre zuvor splanchniektomiert und lumbal sympathektomiert worden war, mikroskopisch eindeutige Ausfälle der Spermiogenese nach. Dabei fanden sich in den Lumina der Samenkanälchen fast ausschließlich unreife Samenzellen. In einer früheren Arbeit berichtet B a n d m a n n (4) über pathologische Spermienformen, die sich bereits 6 bis 8 Wochen nach einer lumbalen Sympathektomie im Nativpräparat zeigen und gekennzeichnet sind durch herabgesetzte Bewegungsfähigkeit, Reduzierung der Spermienzahl auf die Hälfte sowie massenhaft auftretende Formanomalien. W e i d e m a n n (129) konnte im histologischen Präparat, gewonnen durch Keilexzision lumbal Sympathektomierter, ebenfalls einen Zerfall des Keimepithels bestätigen. Auch im Tierversuch an Hauskatzen nach ein- bzw. doppelseitiger lumbaler Sympathektomie wurden entsprechende histologische Befunde erhoben (W e i d e m a n n , 130).

Allerdings scheinen am Tierhoden 8 Monate p. op. wieder Zeichen der Normalisierung aufzutauchen (B a n d m a n n und S i e b e r , 5). Beim Menschen, besonders dem jugendlichen Organismus, bleiben die morphologischen Veränderungen jedoch bestehen und äußern sich schließlich in funktionellen Ausfällen. Der solche regressiven Veränderungen auslösende Mechanismus ist ungeklärt. P ä s s l e r (86) sucht die sexuelle Dysfunktion in der Reaktionsbereitschaft des vegetativen Nervensystems, verbunden mit gleichzeitiger anatomischer Fehlentwicklung, die B a n d m a n n (4) einer gestörten

Wechselwirkung zwischen Hypophyse und Hoden zuschreibt.

Während Dressler (21) und Kment (55) nur nach doppelseitiger lumbaler Sympathektomie Potenzverluste sahen, scheint jedoch schon die einseitige Entfernung des ersten Lumbalganglions typische Hodenveränderungen und impotentia coeundi zu verursachen, wie aus den Tierexperimenten Weidemann's (130) und nachfolgender Tabelle hervorgeht.

Tabelle 17

Sexualstörungen nach ein- bzw. doppelseitiger lumbaler Sympathektomie; aus dem Schrifttum zusammengestellt.

Autor	Ganglien					
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	S ₁	S ₂
Bandmann						
Sieber						
Bauer						
Goodman						
Kment						
Lindström						
Pässler						
Palmer						
White						
Yeager						

Bauer, Goodman, Palmer, White (zit. 55).



einseitig



doppelseitig

Diese postoperativen Komplikationen bedeuten für die Sympathektomiebehandlung arterieller Durchblutungsstörungen eine große Belastung. Lumbale Grenzstrangresektionen werden in der Regel nur bei Endangiitis obliterans und Arteriosklerose durchgeführt. Aus der Tatsache, daß die Endangiitis obliterans zu 99 % Männer befällt und nach Hoffmann, Henrotin und Cornil (47) zu 45 % Männer vor dem 40. Lebensjahr, geht hervor, wie schwerwiegend diese Maßnahme für jüngere Männer sein kann. Die geringe Zahl der Endangiotiker, denen die Sympathikuschirurgie einen Stillstand des Leidens bringt, muß ihn nach Weidemann (129) zu 25 % mit einem Potenzverlust erkaufen. In vielen Fällen aber verhindert die lumbale Sympathektomie den Fortgang der Krankheit nicht, belastet vielmehr diese Patienten noch häufig mit Sexualstörungen. Gerade von diesem Gesichtspunkt aus sollte man bei der Anwendung der lumbalen Sympathektomie bei jugendlichen Endangiotikern besonders kritisch sein.

6. Auswirkungen auf die Nebennieren.

Die zur Dämpfung der Nebennierentätigkeit oft beidseitig durchgeführte Splanchnikotomie bzw. die lumbale Sympathektomie beraubt die Nebenniere des übergeordneten sympathischen Einflusses. Damit machen sich faßbare morphologische Veränderungen in den Rindenschichten und im Nebennierenmark bemerkbar, wie Weidemann (130) im Tierexperiment nachgewiesen hat. Histologisch fallen eine Verschmälерung der Fasciculata und Schwund des Lipoids aus den einzelnen Rindenschichten auf, die Reticularis zeigt teilweise schwerste Pyknosen. Im Mark schwindet die Läppcheneinteilung. Diese Degenerationserscheinungen erreichen 2 Monate p. op. ihren Höhepunkt, bilden sich jedoch 6 Monate p. op. wieder zurück. Im Vergleich zum Hoden vollziehen sie sich schneller.

7. Todesfälle durch Eingriffe am Sympathikus.

Jede Sympathikus-Operation ist mit dem Risiko einer potentiellen abnormen Reaktionsbereitschaft des vegetativen Nervensystems belastet. Solche überschießende Reaktionen des Vegetativums können intra op. durch Manipulationen am Grenzstrang ausgelöst werden. Ein von U s a d e l (125) mitgeteilter Fall zeigte infolge eines zu starken Operationsreizes eine exzessive vegetative Übererregung, die sich klinisch in Meteorismus, Cyanose beider Hände, sowie starker Beklommenheit ausdrückte und am 3. Tag p. op. zum Exitus führte. Solche Komplikationen sind auch nach Sympathikusblockaden bekannt.

P a l l i n und D e u t s c h (89) beschreiben bei einer 35-jährigen Patientin nach einer Stellatumblockade einen akuten Herz- und Atemstillstand. Zwar gelang durch intracardiale Adrenalininjektionen, künstliche Atmung, Intubation und Pentothal eine Wiederbelebung, trotzdem kam die bewußtlose Patientin nach 39 Stunden ad exitum. Gefäß-Dura oder Pleuraverletzungen lagen nicht vor, so daß die Ursache der reflektorischen Atemlähmung und des Herzstillstandes in einem "Vagusblock" gesucht werden muß.

P i e p e r (91) berichtet von 2 Todesfällen nach Novocainblockade des hohen Grenzstranges. Nach 10 bzw. 12 Minuten trat eine zentrale Atemlähmung ein, die einer Vagusübererregung infolge zu schneller Resorption des Novocains zugeschrieben wird.

Schließlich betont v a n N o o r t (82) bei 2 tödlich verlaufenen Stellatumblockaden das Auftreten eines vagotonen Kontraktionszustandes, wobei in diesen Fällen jedoch offensichtlich die Pleurakuppeln angestochen worden waren.

B l o c k (zit. 88) sah durch starkes Manipulieren am Grenzstrang intra op. einen akuten Lungenkollaps. Operationskomplikationen können als Verstärkung sympathischer Aktivität, als überschießende parasymphatische Gegenregulation oder als Ausdruck der Sensibilisierung eines Organs verstanden werden.

V. Ursachen von Mißerfolgen der Sympathikuschirurgie bei
arteriellen peripheren Durchblutungsschäden.

1. Zur Frage der vollständigen Denervierung.

Der Wert einer Hyperämieoperation steht und fällt mit der Frage, inwieweit es gelingt, eine Extremität vollständig sympathisch zu denervieren.

a) Die Denervierung der Arterien.

Die periarterielle Sympathektomie erstrebt durch die Resektion der Adventitia die Ausschaltung langer, mit den Gefäßen ziehender vasokonstriktorischer Bahnen. Bereits 1927 schaffte S t ö h r (116) Klarheit über die Gefäßinnervation mit der Beobachtung, daß die Gefäße bis in die Peripherie Vasomotoren segmental entsprechend den Dermatomen aus den cerebrospinalen Nerven erhalten. Daneben können lange Fasern vom Grenzstrang zu den Gefäßen und Arteriolen ziehen und so die periphere Innervation besorgen.

Jede Zelle der Gefäßmuskulatur jedoch steht in intraplasmatischer Beziehung zu den Retikularen des vegetativen Endnetzes, das jeden Gewebsabschnitt auch Media und Intima syncytial durchwebt. Damit wird eine Erfassung aller neurovegetativen Fasern in der Gefäßwand und eine Funktionsaufhebung des Neurosyncytiums mit chirurgischen Methoden unmöglich (B l o c k , 9 und S t ö h r , 117). Nur zum geringsten Teil werden die Vasomotoren erfaßt (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119).

Trotz der frühzeitigen Aufklärung dieser Zusammenhänge haben L e r i c h e und F o n t a i n e (64) noch 1936 die periarterielle Sympathektomie bei Arteriosklerose-Fällen vorgenommen.

Auch die Resektion der Grenzstrangganglien zur Unterbrechung des sympathischen Reflexbogens in den höheren Umschaltstellen kann eine vollständige Abtrennung der Peripherie von übergeordneten Zentren nicht bewirken. Dies erklärt

sich durch den Einfluß einer fortdauernden Innervation über Residualwege und die vielfältigen anatomischen Varianten im Zu- und Abgang der rami communicantes, auf die K u n t z (60) hingewiesen hat.

b) Die Denervierung der oberen Extremität

bereitet der Sympathikuschirurgie deshalb Schwierigkeiten, weil neben dem Wege über das Ganglion stellatum andere Innervationsbahnen für die obere Extremität bestehen.

K u n t z (60) gelang der anatomische Nachweis einer sympathischen Anastomose zwischen dem 2. Thorakalganglion und dem 1. Intercostalnerven, welche den Plexus brachialis mit zahlreichen Fasern versorgt. Es besteht ferner die Möglichkeit einer vikariierenden Funktionsübernahme nach Resektion von Th_2 bis Th_4 durch das Ganglion Th_1 , welches konstriktorische Fasern für den Arm führt (M a n d l , 77; K u n t z , 61). Im gleichen Sinne äußert sich K l e i n s a s s e r (54), der auf die besondere Rezidivgefahr hinweist, die nach Schonung des 1. Thorakalganglions besteht. Auch S c h m i t t (107), M e s t e r (80), R a y und C o n s o l e (98) nehmen Residualbahnen an. Am sichersten wird nach M a n d l (77) die obere Extremität durch Unterbrechung von Th_1 bis Th_2 ausgeschaltet unter Belassung des Ganglion stellatum.

Die Durchtrennung des Grenzstranges zwischen Th_2 und Th_3 unterbricht nach F ö r s t e r (26) alle vasokonstriktorischen Fasern des Armes. Damit bleiben sämtliche postganglionären Nerven unberührt.

Selbst bei Beachtung aller anatomischen Varianten hält S m i t h w i c k in der Diskussion einer Arbeit von F e l d e r und Mitarb. (24) eine echte Denervierung des Armes für unmöglich, da sog. Zwischenganglien aus dem Grenzstrang herauswuchern und an den rami com., ja sogar im peripheren Nerven liegen können. Er sieht in der präganglionären Durchtrennung von Th_2 3 4 noch immer die wirksamste Operation.

Wie aus Tabelle 18 hervorgeht, wird von den meisten Autoren zur Denervierung der oberen Extremität das Ganglion stellatum geschont: 1. um eine Adrenalinüberempfindlichkeit der abhängigen Partien nach postganglionärer Unterbrechung zu vermeiden, 2. um antagonistische parasymphatische Bahnen, die teilweise in den postganglionären Ästen vermutet werden, zu schonen. T e l f o r d (122) sieht darin die Ursache der Mißerfolge nach postganglionären Sympathektomien.

O g n e v (84) reseziert bei arteriellen Durchblutungsstörungen der oberen Extremität nur das 3. linke Thorakalganglion. Aufgrund von Tierexperimenten, Oscillometrie, Thermometrie und Kapillaroskopie z.T. intra op. am Menschen, kommt er zu der Auffassung, daß die vegetativen Zentren der Gefäßinnervation asymmetrisch im menschlichen Körper verteilt liegen. Danach erfolgt die sympathische Innervation der Arterien hauptsächlich von der linken, die der Venen von der rechten Ganglienkeite her. Da das 3. Thorakalganglion links vorwiegend den Aortenbogen mit den abgehenden Arterien versorgt, wird dieser Eingriff als ausreichende denervierende Maßnahme betrachtet. Nach L ö h r (72) enthält das periarterielle Nervengewebe der A. subclavia jedoch aus dem gesamten Verlauf des unteren cervicalen und oberen thorakalen Grenzstranges sympathische Fasern.

Tabelle 18

Zusammenfassende Übersicht über das operative Vorgehen verschiedener Autoren zur Denervierung der oberen Extremität
(modifiziert nach M a n d l , 77).

Autor u. Jahr	G.stell.	Th ₁	Th ₂	Th ₃	Th ₄	Th ₅	Th ₆	Th ₇
Thomas 1926				X	X	X	X	X
White 1932	X	X	X	X	X	X	X	X
Fulton 1938			X	X	X	X	X	X
Kuntz 1937		X	X	X	X	X	X	X
Förster 1939				X	X	X	→	
Adson 1937	X	X	X	X	X	X	X	X
Atlas 1941			X	X	X	→		
Mandl 1947			X	X	X	→		
Mandl 1953		X	X	X	X	X	X	X
Goetz 1949			X	X	X	→		
Ognev 1950			X	X	X	X	X	X
Block 1950	X	X	X	X	X	X	X	X

c) Die Denervierung der unteren Extremität.

Nach F ö r s t e r (26) wird das Bein von den postganglionären Fasern aus L₁ - L₅ und S₁ - S₃ versorgt. Da gewöhnlich eine lumbale Ganglionektomie nur L₁ - L₄ umfaßt, bleiben über L₅ und den Sacralplexus noch genügend präganglionäre Elemente unberührt. Deshalb spielt auch hier die Sensibilisierung gegenüber Adrenalin keine Rolle (M a n d l , 77). Die Durchtrennung des lumbalen Grenzstranges zwischen L₂ und L₃ erfaßt die überwiegende Mehrzahl aller präganglionären Fasern (F ö r s t e r , 26). Trotz-

dem kann über die Unvollständigkeit der ausgedehntesten Ganglionektomie auch im Lumbalbereich kein Zweifel herrschen. Deshalb fordert B l o c k (10) die völlige Ausrottung von L_2 bis S_1 .

R a y und C o n s o l e (98) fanden an 151 sympathektomierten Patienten einige Zeit nach der Grenzstrangresektion, ungeachtet ihrer Ausdehnung, eine Rückkehr sympathischer Aktivität. Da diese selbst nach totaler Sympathektomie vom Ganglion stellatum bis L_3 (Hypertonie-Operation) nachweisbar bleibt, müssen akzessorische Vasokonstriktorenbahnen vorhanden sein.

R a n d a l l und Mitarb. (94) wiesen in den spinalen Vorderwurzeln sympathische Ganglienzellen nach, deren postganglionäre Neurone mit den Cerebrospinalnerven in die entsprechende Extremität ziehen und keinerlei Beziehung zum Grenzstrang haben. Folglich werden sie bei der Ganglionektomie nicht miterfaßt und übernehmen vikariierend die Funktion der sympathischen Hauptbahnen. Entsprechende Befunde liegen auch durch K u n t z und A l e x a n d e r (62) vor. C o n e (zit. 62) empfahl daher, neben den Grenzstrangganglien auch noch die Vorderwurzeln der Spinalnerven von Th_{12} bis L_2 zu durchschneiden.

Schließlich sei auf die reichen Varianten in der Anordnung der Querverbindungen des sympathischen Grenzstranges hingewiesen. B u s c h (12) gelangte durch die Tatsache der großen Variabilität von Zahl und Lage der lumbalen Ganglien, die zwischen 2 und 6 Ganglien auf einer Seite schwanken kann, zu der Auffassung, daß man an der segmentalen Anordnung festzuhalten nicht mehr berechtigt sei. Nur in 2 % ergab sich in seinem Untersuchungsmaterial eine ideale segmentale Anordnung, in 45 % war die Anzahl der Ganglien auf beiden Seiten verschieden. Ferner besteht die Gefahr, daß ein Ganglion mit einem Lymphknoten verwechselt wird. In 26 % der Fälle ist der Grenzstrang verdoppelt, und zwar bei weitem häufiger links als rechts. Daneben können die Ganglien oft weit vom Grenzstrang entfernt liegen, z.T. unter dem M. psoas

(M a v o r , 79) oder im Bereich der Lumbalarterien. Auch finden sich Ganglienzellhäufungen im Verlaufe der rami com. Ähnliche Anomalien beschreiben auch Y e a g e r und C o w l e y (135). Sie halten es für unmöglich, mit Sicherheit ein bestimmtes Ganglion im Lumbalbereich auszumachen oder zu entfernen. Aus diesen Gründen aber wird eine standardisierte Sympathikus-Operation unmöglich (M a v o r , 79).

Die geschilderten anatomischen Besonderheiten im sympathischen Nervensystem bilden indes nur eine Teilerklärung von Mißerfolgen der Palliativchirurgie bei Durchblutungsstörungen.

2. Das Problem der Regeneration sympathischer Nerven Elemente.

In den ersten Wochen nach einer sympathischen Denervierung lassen sich durch Messungen der elektrischen Leitfähigkeit (H a x t o n , 41) keine Anzeichen für eine aktive Sympathikustätigkeit feststellen. Diese kehrt jedoch bald wieder und kann sich als echtes Rezidiv äußern. Eine Reihe amerikanischer Autoren, D e n b e r (19), T o w e r und R i c h t e r (124), H i n s e y (46), H a i m o v i c i und H o d e s (38), W e s t b r o o k und T o w e r (132), S i m m o n s und S h e e h a n (110), F e l d e r und Mitarb. (24), L ö h r (72), M e s t e r (80) u.a., schreiben diesen Vorgang der besonderen Regenerationskraft des sympathischen Nervensystems zu. Die Lehre von der Sympathikusregeneration steht aber auf schwachen Füßen und wird hauptsächlich durch Tierexperimente gestützt, während am Menschen ein anatomisch gesichertes Regenerat bisher nicht nachzuweisen war.

Den präganglionären Neuronen des Armsympathikus wird eine besonders starke Regenerationskraft nachgesagt. T o w e r und R i c h t e r (124) fanden 1 Monat nach Durchtrennung präganglionärer Fasern mittels des Psychogalvanometers wiederauftretende sympathische Aktivität, die sie

auf Regeneration zurückführen. H i n s e y (46), L ö h r (72), H a x t o n (41) sowie S i m m o n s und S h e e - h a n (110) neigen deshalb mehr zur postganglionären Sympathektomie. S i m m o n s und S h e e h a n (110) führen folgende Gründe für eine Regeneration nach präganglionärer Sympathektomie entsprechend den Beobachtungen an ihrem Krankengut an: 1. Alle Rezidive traten innerhalb von 6 Monaten auf. 2. Frühestens nach 6 Monaten zeigten sich die ersten Rezidive nach postganglionärer Sympathektomie. 3. Anatomisch besteht nur eine kleine Lücke zwischen den Schnittenden bei präganglionärer Sympathektomie, die eine Ausbildung des Regenerates mehr begünstigt als die größeren Entfernungen, die nach einer Ganglionektomie zu überbrücken sind. 4. T e l f o r d (zit. 110) nähte bei präganglionärem Eingriff das obere Ende des Grenzstranges in den M. scalenus und konnte keine Wiederkehr sympathischer Aktivität wahrnehmen, während es in 4 weiteren Fällen, bei denen diese Sicherheitsvorkehrung unterblieben war, zu klinischen Rezidiven kam.

Auch L ö h r (72) glaubt, einer Regenerationsgefahr nach präganglionärer Sympathektomie durch Verlagerung der "dezentralisierten Ganglien" Th_2 und Th_3 in die Thoraxmuskulatur und außerdem durch Umhüllung der Schnittenden mit Silk wirksam begegnen zu können. Nach S m i t h w i c k (zit. 72) besteht am Ganglion Th_2 besondere Regenerationsgefahr, selbst die 5 cm lange Strecke zwischen dem unteren Grenzstrangsnittende und dem dezentralisierten Ganglion Th_2 soll für regenerative Fasern überbrückbar sein.

V o s s c h u l t e (127) macht auf die Diskrepanz aufmerksam, die hinsichtlich der Regenerationsfähigkeit zwischen Hals- und Lumbalsympathikus besteht, denn für die untere Extremität soll die Regenerationsgefahr durch Resektion von L_1 und L_2 gebannt werden können (H a x t o n , 41).

Wahrscheinlich kann man eine periphere Sympathikusregeneration nach periarterieller Sympathektomie (B l o c k ,

10; S u n d e r - P l a s s m a n n ; 119) annehmen. Im peripheren Stromgebiet vermag das ubiquitäre Nervennetz Unterbrechungen sehr schnell zu kompensieren, da hier die zu überbrückende Distanz minimal im Vergleich zu den Verhältnissen bei einer cervicothorakalen oder lumbalen Sympathektomie ist.

Ein Einwand gegen die Regeneration höher gelegener sympathischer Anteile ergibt sich auch aus den unterschiedlichen Zeitangaben, die für das Auswachsen sympathischer Achsenzylinder in der Literatur angegeben werden. Sie schwanken zwischen 44 Tagen (G i b s o n , zit. 127) und Jahren (H a x t o n , 41; S i m m o n s und S h e e h a n , 110).

Anatomisch gesicherte Befunde nervöser Regenerate liegen nur in spärlicher Anzahl vor. H a x t o n (41) fand bei der Sektion einer Frau, bei der 15 Jahre zuvor Th₁ und Th₂ links und die oberen Lumbalganglien wegen M. Raynaud entfernt worden waren, einen vollständigen Grenzstrang, der weder im lumbalen noch cervicothorakalen Bereich Kontinuitätsunterbrechungen aufwies.

In diesem Zusammenhang verweist V o ß s c h u l t e (126) auf eine Patientin, die angeblich wegen eines schlechtheilenden Ulcus lumbal sympathektomiert worden war (Resektion von L₂ - L₃). Bei der Zweitoperation zeigte sich in diesem Gebiet keinerlei Resektionsbefund. Der Grenzstrang war voll erhalten und stellte mit Sicherheit kein Regenerat dar. Möglicherweise bestehen Parallelen zu dem von H a x t o n gefundenen Regenerat. In 2 weiteren nachoperierten Fällen fand sich im Bereich der Resektionsstelle des lumbalen Grenzstranges nur ein Stumpfneurom wie an peripheren Nerven. Diesen Gebilden kommen nicht die funktionellen Fähigkeiten eines Regenerates zu. Vermeintliche Regenerate können sehr wohl auch durch anatomische Varianten im Verlaufe des Grenzstranges vorgetäuscht werden, während ein funktionell gefundenes Wiedererscheinen sympathischer Bahnen auf die vasokonstriktorischen Leistungen belassener Nebenbahnen, oder aber nach

T e l f o r t (122) auf eine gleichzeitige Entfernung antagonistischer sympathischer Fasern zurückzuführen ist. Auch M a n d l (77), der diesem Problem speziell bei Reoperationen besonders Beachtung schenkte, konnte sowohl makroskopisch als auch durch histologische Untersuchungen des Nervengewebes nie ein Regenerat nachweisen.

Sicherlich spielt die Regeneration von vegetativen Nerven für die Rezidivgenese nach Eingriffen am sympathischen Nervensystem keine Rolle, da allein der histologische Nachweis eines Regenerates, nicht aber die klinischen Anzeichen wiederauftretender sympathischer Aktivität gewertet werden dürfen.

3. Zur Frage der Adrenalinüberempfindlichkeit der Gefäße nach postganglionärer Sympathektomie.

Angesichts der Tatsache, daß bei Angiopathien der oberen Extremität die postganglionäre Sympathektomie bedeutend ungünstigere Resultate ergibt als der präganglionäre Eingriff (Ramicotomie) oder vergleichsweise die lumbale Sympathektomie, rückt die Bedeutung des Adrenalins in der Diskussion um den Entstehungsmodus klinischer Rezidive nach Hyperämieoperationen in den Vordergrund.

L e w i s und L a n d i s (68) beobachteten ein Abfallen der Hauttemperatur der sympathektomierten Hand bei Raynaudkranken nach lokaler Kälteeinwirkung und nehmen für die periphere Vasokonstriktion einen humoralen Wirkungsmechanismus an.

F r e e m a n , S m i t h w i c k und W h i t e (29) fanden sowohl in der direkten Zufuhr von Adrenalin als auch in der erhöhten Adrenalin ausschüttung auf dem Umweg über eine Hypoglykämie einen Zusammenhang zwischen postganglionärer Sympathikusunterbrechung und den konsekutiven Überempfindlichkeitsreaktionen bei M. Raynaud. Während eine Hypoglykämie in der postganglionär sympathektomierten und

damit sensibilisierten Extremität eine Hauttemperaturerniedrigung verursacht, steigt die Hauttemperatur der gesunden Extremität an. Die Aufhebung der Hypoglykämie bringt dann auch die Überempfindlichkeitsreaktionen zum Verschwinden. Nach präganglionärer Unterbrechung ist diese Adrenalinüberempfindlichkeit weitaus geringer. Deshalb fällt die lumbale Sympathektomie auch günstiger aus als die cervicothorakale, denn im ersten Falle bleiben die sympathischen Fasern aus dem untersten Lumbalganglion und dem Sacralbereich unberührt, während die zweite Methode durch die Resektion des Ganglion stellatum die postganglionären Fasern mit unterbricht. Die Ramicotomie trägt diesem Sachverhalt Rechnung, ist präganglionär, bietet aber geringere Erfolgsaussichten als die totale Grenzstrangausrottung.

Während G o e t z (35), F e l d e r und Mitarb. (25), L ö h r (72), K l e i n s a s s e r (54) und M e s t e r (80) die Rezidiventstehung der Adrenalinensibilisierung postganglionärer Fasern zuschreiben, bestreitet L e a r m o n t h (67) eine solche Möglichkeit im denervierten Gebiet entschieden. Die Untersuchungen von S i m m o n s und S h e e h a n (110) ergeben, daß sich die Adrenalinüberempfindlichkeit 8 bis 10 Tage nach dem Eingriff bei Raynaudfällen einstellt, während die Rezidive erst etwa nach 6 bis 15 Monaten auftreten. Dann ist aber die Überempfindlichkeitsreaktion bereits verschwunden. Nicht das Rezidiv, lediglich der unmittelbare Operationsmißerfolg könne deshalb der Einwirkung des Adrenalins zugeschrieben werden. Ferner weisen diese Autoren (111) auf den Umstand hin, daß sich Mißerfolge der Sympathektomie in der Behandlung von Gefäßkrankheiten der Hände eher nach prä- als nach postganglionärem Vorgehen einstellen. Damit wird nicht die Adrenalinüberempfindlichkeit des Gewebes nach postganglionärem Vorgehen bestritten, sondern lediglich ihre Bedeutung für einen Rückfall. Äußert sich dieser direkt im Anschluß an die Operation unter dem klinischen Bild der akuten Gefäßkrise, so bleibt für dieses Ereignis die Rolle des Adrenalins

durchaus diskutabel.

4. Die Automatie des nervösen Terminalretikulums.

Nach einer Unterbrechung der sympathischen Reizleitung vom Zentrum zur Peripherie fallen die abhängigen terminalnervösen Strukturen nicht der Degeneration anheim, wie an sich nach dem Waller'schen Degenerationsgesetz zu erwarten wäre.

R i e d e r (100) lieferte im Tierexperiment den Nachweis, daß Ganglienzellen am Ösophagus und im Auerbach'schen Plexus nach Isolierung vom Zentrum nicht degenerieren, damit also der periphere Ganglienzellapparat auch nach "Denervierung" funktionstüchtig bleibt. Analoge Befunde an der Cornea liegen durch R e i s e r (zit. 72) vor (vgl. S u n d e r - P l a s s m a n n , 119 und V o ß s c h u l t e , 127). Diese Befunde sind ohneweiteres einleuchtend, denn die Trophik des Terminalretikulums ist nicht allein vom Nervensystem abhängig. Da es in alle Zellen der Gefäßwand eindringt, werden ihm durch den nahen Kontakt mit dem strömenden Blut genügend Nährstoffe per diffusionem zugeführt und eine Degeneration verhütet (S t ö h r , 117).

Die Versuche von K r o g h (59) an den Schwimmhautkapillaren des Frosches haben die weitgehende Autonomie des Terminalretikulums gezeigt. Nach Durchtrennung übergeordneter Vasokonstriktoren kommt es zunächst zu einer Erweiterung der Kapillaren, jedoch stellt sich der ursprüngliche Gefäßtonus innerhalb weniger Tage wieder auf das Ausgangsniveau ein. Allerdings wird die Regulierung des Kapillartonus dann sehr unvollkommen und labil.

Die Untersuchungen S c h ö r c h e r 's (109) beweisen auch die sudomotorische Selbständigkeit des peripheren Nervennetzes. Mittels Pilocarpin konnte in den von einer Sympathektomie betroffenen Hautbezirken noch immer Schweißsekretion ausgelöst werden, während durch zentral angreifen-
de schweißtreibende Pharmaka diese Hautgebiete anhidrotisch

blieben.

Diese Fähigkeit des sympathischen Nervensystems zu Ersatzleistungen und zur Einrichtung autonomer peripherer Zentren ist durch S t ö h r (116), S u n d e r - P l a s s m a n n (119) und B l o c k (9 und 10) klargestellt worden. Danach ist die Neuromorphologie der Endausbreitung eines Neurons durch syncytial miteinander verbundene marklose Fäserchen charakterisiert, welche ein "ubiquitäres Terminalreticulum" bilden und allenthalben ins Protoplasma der glatten Muskelzellen Endigungen abgeben. Nach S u n d e r - P l a s s m a n n (119) ist dem Terminalreticulum ein sogenannter Präterminalplexus vorgeschaltet, dem für die periphere Zentrenbildung eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Offenbar vermag das vegetative Nervensystem die "mesenchymalen Kernelemente des Präterminalplexus im primitivsten Stadium der Bildung sich auf eine ganz besondere Weise anzueignen und aufgrund seines ungemein hochdifferenzierten Induktionsvermögens zu jeweilig örtlich verschiedenen Leistungen heranzuziehen". Diese sog. "neurohormonalen Zellen" finden sich in jeder Gefäßwand und reagieren auf humorale, hormonale Substanzen und Stoffwechselendprodukte mit afferenten Irradiationen und lösen so einen Vasokonstriktionsreflex aus. Damit aber ergibt sich für die Pathogenese arterieller Durchblutungsstörungen die grundsätzliche Beteiligung toxischer Substanzen im Blut und die Beteiligung des sympathischen Systems als konsekutive Reaktion auf den Primärreiz.

Während diesen n-h-Zellen im "Indifferenzstadium" die Bildung des Azetylcholins zugeschrieben wird, können sie sich nach Durchtrennung übergeordneter Fasern entsprechend ihren neuroplastischen Fähigkeiten in nervöser Richtung ausdifferenzieren und in der Peripherie ein von übergeordneten Zentren abgetrenntes, selbstregulatives, kompensatorisches Ersatzsystem bilden (S u n d e r - P l a s s m a n n , 119; B l o c k , 9, 10; L ö h r , 72; V o s s c h u l t e , 127; S c h m i t t , 107).

Die Zeitdauer, welche zur Ausbildung dieser nervösen Automatie des Terminalreticulums benötigt wird, fällt dann mit dem Intervall einer Vasomotorenruhe zusammen. Die Einstellung des neurovegetativen Endapparates auf seinen Eigentonus äußert sich dann im Rezidiv, besonders bei Gefäßerkrankungen mit vorwiegend spastischer Komponente.

Eine völlige Denervierung der arteriellen und venösen Gefäßbahn mit chirurgischen Methoden bleibt unmöglich, auch dann, wenn durch ausgedehnte Resektionen und Durchtrennung sympathische Fasern führender spinaler Nerven der vasokonstriktorische Einfluß von Nebenbahnen ausgeschaltet bliebe.

5. Periphere Reizquellen für die Rezidiventstehung.

Die Ursachen der Rückschläge in der chirurgischen Therapie organisch- und funktionell bedingter Gefäßerkrankungen sind vielgestaltig. Neben den obenerwähnten Faktoren, die einen Operationserfolg zunichte machen können, wie mangelhafte Denervierung, Residualbahnen, Sensibilisierung gegenüber Adrenalin, Regeneration sympathischer Fasern, "local fault", einfache Progression des Leidens nach passagerem Stop u.a. seien ausgedehnte Narbenzüge und Neurome im Operationsbereich erwähnt. Häufig sind mechanische Faktoren, wie fibrotisch-narbige Veränderungen im Gefäßbereich für eine nun zusätzlich von außen wirkende Drosselung oder Abknickung der Gefäße anzuschuldigen. W h i t e (133) beschreibt 2 Mißerfolge auf Grund solcher Faktoren. Daß mechanische Einengungen des Gefäßes Prädilektionsstellen für pathologische Intimaprozesse bilden können, haben W a n k e (128) und J u d m a i e r (51) eindeutig gezeigt. Ferner sei auf Reizquellen hingewiesen, von denen neue pathologische Reizungen ausgehen können (W h i t e , 133; B l o c k , 10).

Diese bestehen in Entzündungsprozessen, Bakterientoxinen, Nekrosen und Gangrän und bilden Ausgangsstellen zentri-

petaler, krankhafter Reflexe. Deshalb muß neben der chirurgischen auch eine intensive medikamentöse Behandlung stehen.

Nach S p e r a n s k i (114) besteht die "spezifische Qualität eines Reizstoffes in seiner Fähigkeit, eine ungewöhnliche Form der Nervenreizung hervorzurufen, indem er bestimmte Nervenmechanismen in Aktion setzt; das drückt sich in der Peripherie durch eine Anzahl funktioneller und struktureller Störungen aus, die sich nach einem konstanten Plan aufeinanderfolgend entwickeln". Mit der Beseitigung von Reizquellen ist aber auch nicht alles getan, wenn diese bereits so lange bestanden haben, daß das Nervensystem irreversibel verändert ist.

Das vegetative Nervensystem kann in zweifacher Hinsicht alteriert werden: 1. durch eine lokale Reizung durch Nekrosebezirke in der Peripherie, 2. durch den Fortgang des generalisierten Gefäßprozesses, der durch die allgemeine Gewebsischämie auch in dem Gangliensystem selbst schwere Degenerationserscheinungen nach sich zieht und dann heftige überschießende Reaktionen des sympathischen Nervensystems zur Folge hat.

Im Generalisierungsstadium kommt es dann zu einer "wechselseitigen Beeinflussung von Organerkrankung und Gangliendegeneration" (B l o c k , 10).

6. Rezidive durch nervöse Reizzustände in höheren Zentren.

Reizzustände im vegetativen Nervensystem können nach B l o c k (10) "ebenso zentralwärts fortschreiten, wie sie Reaktionen im ganzen sympathischen Nervensystem auslösen können und dann in weit übergeordneten verankert sind, so daß sie selbst mit radikalen Eingriffen nicht mehr erreicht und abgeschaltet werden können".

In diesen Fällen muß die Sympathektomie natürlich wirkungslos bleiben oder kann zu abnormen Reaktionsweisen des vegetativen Systems führen, was B l o c k (10) an einem Fall belegt. Danach zeigte ein Patient mit schwerer Endangi-

tis obliterans nach einer beidseitigen lumbalen Sympathikusblockade mit 6 - 7 cm³ Alkohol eine Hyperämisierung und subjektive Besserung der unteren Extremitäten, 24 Stunden nach der Blockade jedoch heftige Gefäßspasmen der oberen Gliedmaßen, die 1 - 2 Tage an Heftigkeit zunahmen. B l o c k (10) glaubt, daß sich nach der Lähmung des lumbalen Grenzstranges eine Reizung des gesamten vegetativen Systems entwickelte, da neben den Spasmen eine "allgemeine nervöse Unruhe" bestand.

Über die Wirkungsweise des Sympathikuseingriffes äußert sich S p e r a n s k i (114) wie folgt: "Wenn Durchtrennung und Excision von Nervenstrukturen eine der rein äußerlichen Manifestationen der Krankheit (dystrophische Phänomene in den Geweben) in der Peripherie beseitigen, sind diese Eingriffe in der Lage, den Komplex ihrer Ursachen im Zentrum auszuweiten. Als Ergebnis erhalten wir einen Rückfall und gewöhnlich sogar in einer schwereren Form, ja selbst eine Generalisierung der dystrophischen Phänomene mit allen ihren Folgen." Und weiter: "Der Nutzen von Eingriffen am Nervensystem ist oft dem Akt des Eingriffes selbst zu danken und nicht seiner Form, während andererseits der Schaden von seiner Form abhängt und dem ihn begleitenden excessiven (Nerven-) Trauma."

VI. Zusammenfassung.

Es wird die Leistungsfähigkeit der Palliativchirurgie bei verschiedenartigen arteriellen Durchblutungsstörungen an Hand der im in- und ausländischen Schrifttum mitgeteilten Ergebnisse einer kritischen Betrachtung unterzogen.

Im ersten Teil werden die anatomisch-physiologischen Grundlagen der Palliativmaßnahmen diskutiert, die ätiologische Bedeutung des vegetativen Nervensystems bei Angiopathien und die sekundäre Beteiligung des Sympathikus bei Angioorganopathien anerkannt, arterielle Erkrankungen ihrer funktionellen Komponente nach differentialdiagnostisch getrennt und präoperative Testmethoden, welche die Erweiterungsfähigkeit des Kollateralkreislaufs zu klären haben, zusammengestellt und kritisch beleuchtet.

Der zweite Teil befaßt sich mit der wertenden Zusammenstellung von Ergebnissen operativer Eingriffe am Gefäßrohr und am Gefäßnervensystem. Eine einheitliche Bewertung dieser Operationsresultate wird durch die unterschiedliche Beurteilung des Schweregrades der Erkrankung und des postoperativ erhobenen Befundes durch die Autoren, die subjektiven Angaben der Patienten, den schubweisen Verlauf arterieller Durchblutungsstörungen u.a. erheblich erschwert.

1. Die Endarteriektomie zeitigte durchweg enttäuschende Resultate, da sie auf unrichtigen anatomisch-physiologischen Vorstellungen über den Sympathikus fußte.

2. Die Arterienresektion hat ein eng begrenztes Indikationsbereich. Bei rein organischen Gefäßverschlüssen bleiben ihre Resultate unbefriedigend.

3. Von den Eingriffen am Gefäßnervensystem hat sich die periarterielle Sympathektomie nicht bewährt und gehört der Vergangenheit an.

4. Die Grenzstrangresektion beim M. Raynaud ergibt ungeachtet des prä- oder postganglionären Vorgehens für die obere Extremität Mißerfolge bis zu 50 %, für die untere bis zu 25 %.

5. Die Grenzstrangresektion bei der Endangiitis obliterans leistet im ersten Stadium der Erkrankung gleiches wie die konservative Therapie. Heilungen im engeren Sinne gibt es nicht; wo diese beobachtet werden, drückt sich darin ihre gutartige Verlaufsform aus. Die Mehrzahl der Autoren begegnet der Sympathektomie mit erheblicher Zurückhaltung.

6. Die Sympathektomieergebnisse bei der Arteriosklerose differieren erwartungsgemäß. Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Operationsprognose. Die diabetische Form dieser Erkrankung liefert eine Kontraindikation für den Sympathikuseingriff und reduziert die Erfolgsaussichten signifikant gegenüber der reinen Arteriosklerose. Auch hier wird der Sympathikuschirurgie von zahlreichen Autoren mit starker Zurückhaltung begegnet.

7. Kombinierte Eingriffe am Sympathikus und endokrinen Organen unterscheiden sich erfolgsmäßig nicht von den durch Sympathektomie allein erzielten Resultaten. Die postoperative endokrine Verstümmelung vermag den Nutzen dieser Eingriffe nicht aufzuwiegen.

Im dritten Teil werden die postoperativen Komplikationen nach Eingriffen am sympathischen Nervensystem zusammengestellt, unter denen die paradoxe Gangrän, insbesondere Störungen der Sexualfunktion der Männer bei lumbaler Grenzstrangresektion, Neuralgien, Störungen von Muskeltrophik und -tonus sowie überschießende vegetative Reaktionen besonders gefürchtet sind.

Der letzte Teil befaßt sich mit den Ursachen der Mißerfolge, die in der Fähigkeit des Vegetativums zur Errichtung selbstregulativer nervöser Zentren in der Peripherie, der reichen Variantenbildung im Verlauf der Grenzstrangganglien und Fixierung vegetativer Erregungszustände in höheren Zentren, sowie der einfachen postoperativen Progression obliterativer Arterienerkrankungen begründet liegen.

VII. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s .

- 1) Adson, Alfred W.:
"Raynauds disease: Diagnosis and the report of results obtained by extensive sympathectomy".
Surg. Clin. N. Amer. 17 (1937) : 1051.
- 2) Arendt, Alexander:
"Thromboendangiitis obliterans des Gehirns im Kindesalter".
Z. Kinderheilk. 77 (1955) : 1.
- 3) Atlas, Lawrence N.:
"Lumbar sympathectomy in the Treatment of peripheral Arteriosclerotic Disease".
Am. Heart. J. 23 (1942) : 493.
- 4) Bandmann, F.:
"Weitere Beobachtungen über die Hodenfunktion nach lumbaler Grenzstrangresektion".
Brun's Beitr. 181 (1950) : 419.
- 5) Bandmann, F. und E. Sieber:
"Histologische Untersuchungen an Hoden nach Sympathektomie wegen Megakolon im Kindesalter".
Zbl. Chir. 79 (1954) : 93.
- 6) Barker, Wiley F. and Jack A. Cannon:
"An evaluation of Endarterectomy".
60. Ann. Meet., West. Surg. Assoc., Houston, Texas, 4. XII. 1952.
Arch. Surg. 66 (1953) : 488.
- 7) Bazy, Louis:
"L' endartériectomie pour artérite oblitérante des membres inférieurs".
J.-internat. Chir. 9 (1949) : 95.
- 8) Berry, Robert E. L., Flotte, Thomas and Coller, Frederick A.:
"A critical evaluation of lumbar sympathectomy for peripheral arteriosclerotic vascular disease".
Surgery (St. Louis) 37 (1955) : 115.
- 9) Block, Werner:
"Über die Rolle der sympathischen Ganglien in der Pathogenese der Durchblutungsstörungen".
Zbl. Chir. 72 (1947) : 927.
- 10) Block, Werner:
"Mißerfolge nach Eingriffen am Sympathicus bei Durchblutungsschäden der Gliedmaßen".
Brun's Beitr. 179 (1950) : 481.

- 11) Bernhard, Fr.:
"Die Resektion der Arteria femoralis bei Durchblutungsstörungen am Bein".
Chirurg (1948) : 193.
- 12) Busch, Walter:
"Beitrag zur Anatomie und Topographie des lumbalen Grenzstranges".
Helvet. chir. Acta 17 (1950) : 143.
- 13) Campbell, Kenneth N., Harris, Bradley M., Collier, Frederick A. and Mich, Ann Arbor:
"A Follow-Up Study of Patients with Thromboangiitis obliterans". (Buerger's Disease)
Surgery (St. Louis) 26 (1949) : 1003.
- 14) Carratù, M. ed Cl. Cecere:
"Nota sulla alterazioni vasali sperimentali da innerti di surreni".
Arch. ital. Chir. 79 (1955) : 194.
- 15) Castex, Mariano R. et Alfredo V. di Cio:
"Gangrene des extrémités d' origine artérielle".
Ann. Méd. 50 (1949) : 72.
- 16) Cohen, Sol. M.:
"The Place of Sympathectomy in peripheral vascular disease".
Ann. Roy. Coll. Surg. 12 (1953) : 96.
- 17) Collier, Frederick A., Kenneth N. Campbell, Bradley M. Harris, Robert E. L. Berry:
"The Early Results of Sympathectomy in Far-Advanced Arteriosclerotic Peripheral Vascular Disease".
Surgery (St. Louis) 26 (1949) : 30.
- 18) Dax et Birbis:
"Sur un cas d' ischémie brutale du membre inférieur après sympathectomie lomboire".
Mem. Acad. Chir. 75 (1949) : 306.
- 19) Denber, Hermann C. B.:
"The question of regeneration of nerve fibers to the human adrenal gland after bilateral sympathectomy".
Ann. Surg. 126 (1947) : 332.
- 20) Dennig, Helmut:
"Lehrbuch der Inneren Medizin".
Bd. I 4. Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart (1957) : 467.
- 21) Dressler, Willi:
"Sexualstörungen nach lumbaler Grenzstrangresektion".
Dtsch. med. Wschr. (1949) : 739.

- 22) Edwards, Edward A. and Chilton Crane:
"Lumbar sympathectomy for arteriosclerosis of the lower Extremities".
New England J. Med. 244 (1951) : 199.
- 23) Elkin, Daniel C., F. W. Cooper, R. H. Rohrer, W. B. Miller, Patrick C. Shea and E. W. Dennis:
"The study of peripheral vascular disease with radio-active isotopes - Part I".
Surgery 87 (1948) : 1.
- 24) Felder, Davitt A., Fiorino A. Simeone, Robert R. Linton and Claude E. Welch:
"Evaluation of Sympathetic Neurectomy in Raynaud's Disease. Based on an Follow-Up Study of Fourty Patients".
Surgery (St. Louis) 26 (1949) : 1014.
- 25) Felder, Davitt A., Robert R. Linton, Donald P. Todd and Catherine Banks:
"Changes in the sympathectomized extremity with anesthesia".
Surgery (St. Louis) 29 (1951) : 803.
- 26) Förster, O.:
"Operativ-experimentelle Erfahrungen beim Menschen über den Einfluß des Nervensystems auf den Körper".
Verb. d. dtsh. Ges. f. Inn. Med. (1939) : 253.
- 27) Fontaine, René, Raoul Riveaux, Maurice Kim et René Kieny:
"Les resultats de la chirurgie restaurative (thromb - et thrombendarteriectomies, autogreffes veineuses fraiches, derivations arterio - veineuses) dans les oblitérations artérielles périphériques".
Rev. de. Chir. 72 (1953) : 231.
- 28) Fontaine, René, Maurice Kim et René Kieny:
"Die chirurgische Behandlung der peripheren Durchblutungsstörungen".
Helvet. chir. acta (1954) : 499.
- 29) Freeman, Norman E., Smithwick, Reginald H. and White, James C.:
"Adrenal Secretion in man; The Reactions of the Blood Vessels of the Human Extremity, Sensitized by Sympathectomy to Adrenalin and to Adrenal Secretion Resulting from Insulin Hypoglycaemia".
Amer. J. Physiol. 107 (1934) : 529.
- 30) Freeman, Norman E., Frank H. Leeds and Richard E. Gardner:
"Sympathectomy for Obliterative Arterial Disease, Indications and Contraindications".
Ann. of Surg. 126 (1947) : 873.

- 31) Freymark, William B. and James M. Sullivan:
"Lumbar sympathectomy for arteriosclerotic peripheral
vascular disease".
Ann. Surg. 138 (1953) : 759.
- 32) Fuchsig, P.:
"Erfahrungen mit der Arterienresektion".
Zbl. Chir. 67 (1940) : 163.
- 33) Gerber, Léon, William S. Mc Cune and William Eastman:
"Lumbar sympathectomy for arteriosclerotic gangrene".
Arch. Surg. 59 (1949) : 1234.
- 34) Gerber, Léon:
"Lumbar ganglionectomy in peripheral arteriosclerosis".
J. internat. Chir. 10 (1950) : 126.
- 35) Goetz, R. H.:
"The surgical physiology of the sympathetic nervous system
with special reference to cardiovascular disorders".
Surg (Abstr.) 87 (1948) : 126.
- 36) Goetz, R. H.:
"On the measurement of the collateral circulation with
special reference to the indications for sympathectomy".
Angiology 1 (1950) : 201.
- 37) Grinstejn, A. M., L. S. Soskin, L. A. Subbotina und F. G.
Ivanov-Djatlov:
"Zum Problem der Pathogenese der obliterierenden Arteri-
iden".
Sovet. Med. 15 (1951) : 2.
Ref. Zentr. Org. Chir. 125 (1952) : 93.
- 38) Haimovici, H. und R. Hodes:
"Preganglionic nerve regeneration in completely sympathec-
tomized cats".
Amer. J. Physiol. 128 (1940) : 463.
Ref. Ber. Physiol. 122 (1941) : 370.
- 39) Hallen, Lars G.:
"Surgical treatment of thrombo-angiitis obliterans".
Acta chir. scand. (Stockh.) 107 (1954) : 574.
- 40) Harpuder, K. T., D. Stein and J. Byer:
"The Role of the Arteriovenous Anastomosis in Peripheral
Vascular Disease".
Am. Heart. J. 20 (1940) : 539.
- 41) Haxton, H. A.:
"Regeneration after sympathectomy and its effects on
Raynaud's disease".
Brit. J. Surg. 35 (1947) : 69.

- 42) Heintze, H. G.:
"Spätergebnisse nach lumbalen Grenzstrangresektionen".
Zbl. Chir. 79 (1954) : 100.
- 43) Herget, R.:
"Früh- und Spätergebnisse nach Grenzstrangresektion bei
Endangiitis obliterans und Arteriosklerose".
Arch. Klin. Chir. 286 (1951) : 394.
- 44) Herrmann, Louis G.:
"Management of injuries to large blood vessels in wounds
of violence".
Amer. J. of Surg. 74 (1947) : 560.
- 45) Herzog, E.:
"Prinzipielles zur normalen und pathologischen Histologie
des peripheren vegetativen Nervensystems".
Klin. Wschr. 26 (1948) : 641.
- 46) Hinsey, Joseph. C.:
"The autonomic nervous system".
Ann. Rev. of Physiol. 1 (1939) : 407.
- 47) Hoffmann, C., E. Henrotin et A. Cornil:
"Les endartérites oblitérantes".
Acta chir. Belg. Suppl. (1950) : 257.
- 48) Hohf, Robert P., William S. Dye, John H. Olwin and Ormand
C. Julian:
"Low thoracic - high lumbar sympathectomy for vascular
diseases of the legs".
J. Amer. Med. Assoc. 156 (1954) : 1238.
- 49) Holmberg, Lars:
"Some surgical considerations concerning circulatory
disturbances in the lower extremities of the thrombangitis
and arteriosclerotic type".
Acta chir. scand. (Stockh.) 100 (1950) : 199.
- 50) Jelinek, T. und A. Fritsch:
"Die postoperativen Neuralgien nach lumbalen Grenzstrang-
resektionen".
Zbl. Chir. 80 (1955) : 1257.
- 51) Judmaier, F.:
"Zur Chirurgie der obliterierenden Gefäßkrankheiten an
den unteren Gliedmaßen".
Münch. Med. Wschr. 21 (1958) : 836.
- 52) Julian, Ormand C. and Elmer J. Shabart:
"Lumbar sympathectomy in peripheral vascular disease".
Arch. Surg. 61 (1950) : 804.

- 53) Kirschner, Paul A.:
"Limitations of lumbar sympathectomy in far advanced peripheral sclerosis".
Ann. Surg. 133 (1951) : 293.
- 54) Kleinsasser, Le Roy J.:
"Raynaud's phenomenon and atypical causalgia; the role of sympathectomy".
Ann. Surg. 127 (1948) : 720.
- 55) Kment, Otto H.:
"Über Störungen der Geschlechtsfunktionen nach lumbalen Grenzstrangresektionen".
Zbl. Chir. 75 (1950) : 1585.
- 56) Köves, Stephan:
"Die chirurgische Behandlung der Endarteriitis obliterans".
Schweiz. med. Wschr. (1947) : 874.
- 57) Kohlmayer, H.:
Aussprache zu der Arbeit Fuchsigs, Lit. Verz. 32.
Zbl. Chir. 67 (1940) : 164.
- 58) Koncz, Josef:
"Begrenzung der Anzeigestellung zur Sympathektomie bei peripheren Durchblutungsstörungen".
Arch. Klin. Chir. 269 (1951) : 223.
- 59) Krogh, A.:
"Anatomie und Physiologie der Kapillaren".
Springer Verlag, Berlin (1929) : 94.
- 60) Kuntz, Albert:
"Distribution of the sympathetic rami to the Brachial plexus; Its relation to sympathectomy affecting the upper extremity".
Arch. Surg. 15 (1927) : 871.
- 61) Kuntz, Albert:
"Role of preganglionic fibers of first thoracic nerve in sympathetic innervation of upper extremity".
Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. (Am.) 37 (1937) : 282.
- 62) Kuntz, Albert and William F. Alexander:
"Surgical implications of lower thoracic and lumbar independent sympathetic pathways".
Arch. Surg. 61 (1950) : 1007.
- 63) Leriche, René und René Fontaine:
"Einige Bemerkungen über 1199 Operationen am Sympathicus".
Arch. klin. Chir. 186 (1936) : 338.

- 64) Leriche, René et René Fontaine:
"La Chirurgie du sympathique lombaire".
Verh. 10. Kongr. internat. Ges. Chir. 2 (1936) : 95.
- 65) Leriche, René:
"Considérations sur la Chirurgie du sympathique lombaire".
Verh. 10. Kongr. internat. Ges. Chir. 2 (1936) : 613.
- 66) Leriche, René, René Fontaine and S. M. Dupertuis:
"Arterectomy with follow up studies on 78 operations".
Surgery 64 (1937) : 149.
- 67) Learmonth, James:
"The surgery of the sympathetic system".
Lancet II (1950) : 505.
- 68) Lewis, Th. and E. M. Landis:
"Some physiological effects of sympathetic ganglionectomy
in the human being and its effect in a case of Raynaud's
malady".
Heart 15 (1930) : 151.
- 69) Lewis, Th.:
"Experiments relating to the peripheral mechanism invol-
ved in the spasmodic derest of the circulation in the
fingers; a variety of Raynaud's disease".
Heart 15 (1929) : 7.
- 70) Lindquist, Torsten:
"A case of Raynaud's syndrome after head injury".
Acta med. scand. (Stockh.) 138 Suppl. 246 (1950) : 116.
- 71) Lindström, Björn L.:
"The effect of high lumbar sympathectomy in cases with
organic arterial diseases of the lower limb previously
treated with low lumbar sympathectomy".
Acta chir. scand. (Stockh.) 103 (1952) : 370.
- 72) Löhr, Hannshorst:
"Untersuchungen und Ergebnisse zur Physiologie des
sympathektomierten Armes".
Erg. Chir. 36 (1950) : 361.
- 73) Lynn, R. B. and H. Barcroft:
"Circulatory changes in the foot after lumbar Sympathec-
tomy".
Lancet I (1950) : 1105.
- 74) Malan, E., A. Puglionisi, G. Tattoni, F. Aschieri,
C. Malchiodi:
"La ganglionectomia lumbar en los arteriopatias obliteran-
tes cronicas des los miembros inferiores: Resultados clini-
cos y modificaciones circulatorias en el sector simpaticoc-
tomizado".
Angiologia (Barcelona) 6 (1954) : 1.

- 75) Mandl, Felix:
"Neueres zur Chirurgie des Sympathicus".
Wien Klin. Wschr. (1948) : 57.
- 76) Mandl, F.:
"Die akute Gefäßkrise nach Sympathikusoperationen".
Wien Klin. Wschr. (1949) : 449.
- 77) Mandl, F.:
"Blockade und Chirurgie des Sympathikus".
Wien Springer-Verlag (1953).
- 78) Martorell, F.:
"Obliterationssyndrom der supraaortischen Äste".
Mediz. Klin. 58 (1958) : 1357.
- 79) Mavor, G. E.:
"Intermittent claudication and sympathectomy".
Lancet II (1955) : 749.
- 80) Mester, Endre:
"Die chirurgische Behandlung peripherer Gefäßerkrankungen".
Orv. Hetil (1953) : 925.
- 81) Nelson, Arthur R. and J. Ridgeway Trimble:
"A critique on the therapeutic value of lumbar sympathectomy".
Surgery (St. Louis) 39 (1956) : 797.
- 82) van Noort, H. L. W.:
"Fatal complication following ambilateral blocking of the ganglion stellatum".
Nederl. Tijdschr. Geneesk (1954) : 3788.
- 83) Novotny, Hans:
"Splitting of the adductor canal - a method of improving locally collateral circulation in thromboangitis obliterans".
Acta Chir. scand. (Stockh.) 99 (1950) : 332.
- 84) Ognev, B. V.:
"Über die klinische Bedeutung der Innervation des zentralen Knotenpunktes im arteriellen System".
Chirurgija 7 (1950) : 3.
- 85) Ostrove, Lester L.:
"Evaluation of lumbar sympathectomy in advanced arteriosclerotic peripheral vascular disease complicated by gangrene".
Amer. J. Surg. 89 (1955) : 600.

- 86) Otto, Eduard:
"Über Angiographie und Ergebnisse chirurgischer Behandlung bei peripheren Gefäßverschlüssen der Gliedmaßen und im Bereich der carotis interna".
Brun's Beitr. 185 (1952) : 459.
- 87) Paaby, Henning and Ove Noring:
"The treatment of peripheral vascular disease by adreno-medullectomy combined with lumbar sympathectomy".
Acta orthop. scand. (Kobenh.) 25 (1955) : 129.
- 88) Pässler, H. W.:
"Die Komplikationen der Chirurgie des Sympathikus bei peripheren Durchblutungsstörungen".
Zbl. Chir. 80 (1955) : 1.
- 89) Pallin, Irving M. and Enoch V. Deutsch:
"Death following stellate ganglion block".
Ann. Surg. 133 (1951) : 226.
- 90) Paolucci di Valmaggiore, R.:
"Die Therapie der Endarteriitis obliterans bei vorhandener Gangrän".
Wien Med. Wschr. 92 (1942) : 711.
- 91) Pieper, Wolfgang:
"Zwei Zwischenfälle nach Novocainblockade des Halsgrenzstranges".
Zbl. Chir. 75 (1950) : 4.
- 92) Popoff, N. W.:
"The Digital Vascular System".
Arch. Path. 18 (1934) : 295.
- 93) Pretty, Gurth:
"Role of the sympathetic nervous system in traumatic surgery as applied to fractures, causalgias and amputation stumps".
Am. J. of Surg. 74 (1947) : 527.
- 94) Randall, W. C., W. F. Alexander, A. B. Hertzmann, J. W. Cox and W. P. Henderson:
"Functional significance of residual sympathetic pathways following verified lumbar sympathectomy".
Amer. J. Physiol. 160 (1950) : 441.
- 95) Rappert, Erich:
"Eingriffe an den Gefäßen bei Durchblutungsstörungen der Extremitäten".
Wien Klin. Wschr. (1953) : 969.
- 96) Rappert, Erich:
"Hat die periarterielle Sympathectomie heute noch eine Berechtigung?"
Zbl. Chir. 80 (1955) : 504.

- 97) Ratschow, Max:
"Die peripheren Durchblutungsstörungen".
5. Aufl. Dresden und Leipzig, Th. Steinkopf (1953).
- 98) Ray, Bronson S. and A. Dale Console:
"Residual sympathetic pathways after paravertebral sympathectomy".
J. of Neurosurg. 2 (1948) : 23.
- 99) Reboul, Henri et Pierre Laubry:
"Quelques précisions sur la technique et les résultats immédiats et éloignés endartériectomies. Dédutions sur leurs indications".
Acta Chir. Belg. 49 (1950) : 569.
- 100) Rieder, Wilhelm:
"Histologische Studien an autonomen Ganglienzellen nach peripherer Entnervung".
Arch. Klin. Chir. 167 (1931) : 327.
- 101) Rieder, Wilhelm:
"Anzeigestellung zur Ausschaltung der Gefäßverengerer bei Erkrankung der Gliedmaßen".
Zbl. Chir. 61 (1934) : 734.
- 102) Rieder, Wilhelm:
"Bei welchen Erkrankungen hat sich der operative Eingriff am sympathischen Nervensystem bewährt".
Dtsch. Arch. klin. Med. 195 (1949) : 95.
- 103) Riessner, Danko:
"Auffassungen und Ergebnisse in der Chirurgie des vegetativen Nervensystems".
Dtsch. med. J. (1952) : 321.
- 104) Rosolleck, Horst:
"Behandlungsergebnisse bei arteriellen Durchblutungsstörungen".
Zbl. Chir. 76 (1951) : 291.
- 105) Sapovalov, P. P.:
"Chirurgische Therapie der Endarteriitis obliterans".
Vestn. Chir. 69 (1949) : 61.
- 106) Schiefer, W. und G. Struck:
"Serienangiographische Untersuchungen bei diffusen cerebralen Gefäßerkrankungen unter besonderer Berücksichtigung der Thrombangiitis obliterans".
Dtsch. Ztschr. f. Nervenheilk. 176 (1957) : 595.
- 107) Schmitt, Walter:
"Zur Wirkungsweise von Sympathicuseingriffen unter besonderer Berücksichtigung der Novocainblockade".
Dtsch. med. Wschr. (1949) : 1392.

- 108) Schödel, Wolf:
"Zur Funktion der arterio-venösen Anastomosen".
Münch. med. Wschr. (1953) : 259.
- 109) Schörcher, F.:
"Die Innervation der Schweißdrüsen und die Bedeutung des peripheren sympathischen Zellnetzes".
Arch. Klin. Chir. 197 (1940) : 614.
- 110) Simmons, H. T. and Donal Sheehan:
"An inquiry into "relapse" following sympathectomy".
Lancet II (1937) : 788.
- 111) Simmons, H. T. and Donal Sheehan:
"The causes of relapse following sympathectomy of the arm".
Brit. J. Surg. 27 (1939) : 234.
- 112) Smith, Morris K.:
"Arterial injuries".
Ann. Surg. 126 (1947) : 866.
- 113) Smith, Glenn R., Miles Gullickson and Darell A. Campbell:
"Some limitations of lumbar sympathectomy in arterio-sclerosis obliterans. Early results in one hundred consecutive cases".
Arch. Surg. 64 (1952) : 103.
- 114) Speranski, A. D.:
"Grundlagen einer Theorie der Medizin".
Dr. Saenger-Verlag, Berlin (1950).
- 115) Stein, Irwin D., Karl Harpuder and Jakob Byer:
"Effect of sympathectomy on blood flow in the human limb."
Amer. J. Physiol. 152 (1948) : 499.
- 116) Stöhr, Ph. jr.:
"Anatomische Bemerkungen und Beobachtungen über den Aufbau des sympathischen Nervensystems".
Klin. Wschr. (1927) : 977.
- 117) Stöhr, Ph. jr.:
"Bemerkungen zur Gefäßinnervation".
Zbl. Chir. 61 (1934) : 2.
- 118) Sunder-Plassmann, Paul:
"Die operative Behandlung der Endangiitis obliterans des Gehirns".
Zbl. Chir. 72 (1947) : 374.
- 119) Sunder-Plassmann, Paul:
"Sympathikus-Chirurgie".
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1953).

- 120) Sunder-Plassmann, Paul, H. J. Hillenbrand und
A. Schürholz:
"Unsere Erfahrungen in der Behandlung der Durchblutungsstörungen".
Münch. med. Wschr. (1954) : 1.
- 121) Sunder-Plassmann, Paul, H. J. Hillenbrand und
A. Schürholz:
"Die Raynaudsche Erkrankung und ihre Behandlung".
Dtsch. med. Wschr. (1954) : 1509 und 1527.
- 122) Telford, E. D.:
"The technique of sympathectomy".
Brit. J. of Surg. 23 (1935) : 448.
- 123) Torre, José Miguel and Ramon Villarreal:
"Radiological Changes in the Gastrointestinal tract of a patient following the Smithwick-operation".
Gastroenterology 10 (1948) : 543.
- 124) Tower, S. and O. Richter:
"Injury and repair within the sympathetic nervous system. The preganglionic neurons".
Arch. Neur. (Am.) 24 (1931) : 485.
- 125) Usadel, Willy:
Aussprache 58. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Chir.
Arch. Klin. Chir. 180 (1934) : 151.
- 126) Voßschulte, Karl:
"Anatomische Untersuchungen über die Regeneration des Grenzstranges nach Sympathektomie am Menschen".
Arch. Klin. Chir. 263 (1949) : 106.
- 127) Voßschulte, Karl:
"Grundlagen der Schmerzbekämpfung durch Sympathikusausschaltung".
Urban & Schwarzenberg, Berlin - München 1949.
- 128) Wanke, R.:
"Arterielle Gefäßkrankheiten und Sympathikuschirurgie".
Münch. med. Wschr. I. (1953) : 388.
- 129) Weidemann, Wilhelm:
"Auswirkungen der lumbalen Sympathektomie auf den Gesamtorganismus besonders auf Hoden und Nebennieren (I. Teil)".
Zbl. Chir. 76 (1952) : 1.
- 130) Weidemann, Wilhelm:
"Auswirkungen der lumbalen Sympathektomie auf den Gesamtorganismus besonders auf Hoden und Nebennieren (II. Teil)".
Zbl. Chir. 77 (1952) : 1385.

- 131) Wertheimer, P. et R. Gautier:
"Indication et Résultats de la Surrénalectomie dans les
Artérites Oblitérantes des Membres".
Lyon Chirurgical 42 (1947) : 423.
- 132) Westbrook, W. H. L. and S. Tower:
"An analysis of the problem of emergent fibers in poste-
rior spinal roots dealing with the rate of growth of
extraneous fibers into the roots after ganglionectomy".
J. Comp. Neur. 72 (1940) : 383.
Ref. Ber. Physiol. 123 (1941) : 339.
- 133) White, James C.:
"Raynaud's Disease.
Studies on Post-operative Cases Bearing on the Etiology
of the Disease and the Efficiency of Sympathetic Gang-
lionectomy".
New. Engld. J. of Med. 206 (1932) : 1198.
- 134) White, James C.:
"Progress in surgery of autonomic nervous system,
1943-46".
Surgery (St. Louis) 23 (1948) : 834.
- 135) Yeager, George H. and R. Adams Cowley:
"Anatomical Observations on the Lumbar Sympathetics with
Evaluation of Sympathectomies in Organic Peripheral
Vascular Disease".
Ann. Surg. 127 (1948) : 953.
- 136) Yeager, George H., Adams Cowley and Hugh P. Curtis:
"Lumbar sympathectomy in organic peripheral vascular
disease".
Amer. Surgeon 21 (1955) : 233.

Lebenslauf

Am 19.4.1934 wurde ich, Michael Pohl, als 6. Kind des Volksschullehrers Oswald Pohl und seiner Ehefrau Johanna geb. Wittwer in Blasdorf Kreis Landeshut geboren. Nach 4-jähriger Volksschulzeit besuchte ich vom Herbst 1944 bis zum Februar 1945 die Langhans-Oberschule in Landeshut. Nach der Vertreibung 1946 trat ich in die Oberschule zu Melle ein und legte am 19.2.1954 die Reifeprüfung ab. Das Medizinstudium begann ich im Sommersemester 1954 an der Universität Erlangen und bestand hier im Sommersemester 1956 die ärztliche Vorprüfung. Die folgenden 2 Semester studierte ich an der freien Universität Berlin, kehrte im Wintersemester 1958 an die Universität Erlangen zurück, an der ich am 19.12.1959 mein Studium mit dem medizinischen Staatsexamen abschloß.

Herrn Prof. Dr. med. G. H e g e m a n n
danke ich für die freundliche Überlassung des
Themas und die Übernahme des Referates, Herrn
Oberarzt Dr. med. F. Z e t t l e r für die
freundliche Unterstützung und die Erteilung
von Hinweisen bei der Abfassung der Arbeit.

Gedruckt bei
LUDWIG MÜLLER
ERLANGEN